فسيولوجيا الرياضة

وتدريب السباحة

الجزء الأول

دكتور

محمد على أحمد القط

أستاذ السباحة ورئيس قسم المنازلات والرياضات المائية

بكلية التربية الرياضية للبنين

جامعة الزقازيق

١٤٢٢هـ - ٢٠٠٢م

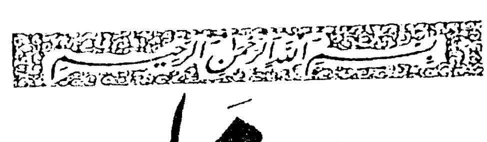
المركز العربي للنشر



فسيولوجيا الرياضة

وتدريب السباحة

الجزء الأول







واعف عنا واغفر لنا وارحمنا أنت مولنا فانصرنا على القوم الكفرين صدق الله العظيم

الإهداء

إلى ... زوجتى وأبنائى هيثم وهشام

وإلى ...

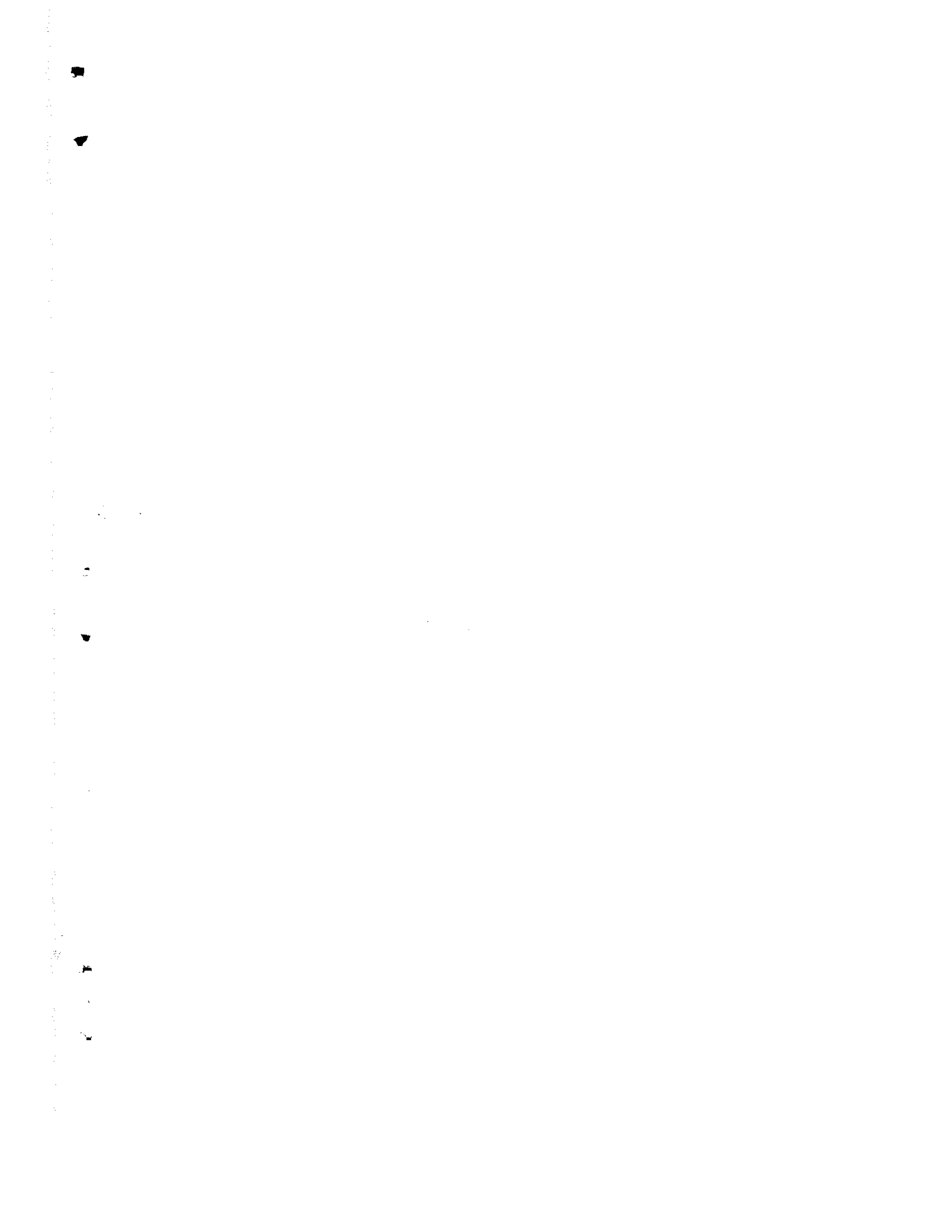
كل مدربى وسباحى مصر والوطن العربى

وإلى ...

الدارسين من طلاب التربية الرياضية فى مجال السباحة والتدريب

أهدى هذا الكتاب

أ.د/ محمد على القط



مقدمة الكتاب

فـى ضـوء تقـدم العلـوم المرتـبطة بمجـال التربـية البدنـية والرياضة، ودورهـا الفعـال فـى التدريب الرياضى بصفة عامة والسباحة بصفة خاصة، والـتى عـلى أساسـها يتحقق الارتقاء بمستوى الأداء وينطلق السباحين نحو تحقيق الإنجاز الرقمى المشهود.

ولا شـك أن عـلم فسـيولوجيا الرياضـة هـو أحـد هذه العلوم الهامة، والـتى حاولـت جـاهداً خـلال السـنوات العديـدة الماضية أن أجمـع بعض جوانـبها العديدة لأقدمها للمدربين والسباحين والباحثين، استكمالاً لجـهود من سبقونا فى هذا المجال.

ومـا هـى إلا محاولـة منى أن أشارك فى وضع لبنة فى بنيان المكتبة العربية الرياضية والتى تعانى من عجز شديد فى هذا المجال .

والله من وراء القصد

أ.د/ محمد على القط

الفصل الأول

الطاقة والأداء فى السباحة ٣

الفصل الثانى

الفصل الثالث

الفصل الرابع

الفصل الأول

الطاقة والأداء في السباحة

تمثيل الطاقة أثناء سباقات السباحة.

الجلكزة

جليكوجين الكبد : مصدر استعادة الطاقة

تمثيل الدهون

أسباب التعب العضلي

التعب في مسافات ٢٥م، ٥٠م سرعة

التعب في سباقات ١٠٠م والمسافات المتوسطة والمسافة

نضوب جليكوجين العضلة والتعب

تأخير التعب أثناء سباقات السباحة

فعالية تنمية تفاعل الـ ATP-CP

زيادة إنتاج حمض اللاكتيك

تأخير التعب الناتج من تراكم حمض اللاكتيك

١ – تقليل معدل تراكم اللاكتيك

٢ – زيادة معدل إنتقال اللاكتيك من العضلات العاملة

ميكانزم الدورة الدموية المرتبطة بانتقال حمض اللاكتيك

النشاط الإنزيمي المرتبط بانتقال حمض اللاكتيك

٣ – زيادة تحمل حمض اللاكتيك : الدين الأكسوجين

الفصل الأول
الطاقة والأداء فى السباحة

تمثيل الطاقة أثناء سباقات السباحة.
Energy Metabolism During swimming.

إن الطاقة اللازمة للنشاط العضلى تخزن فى العضلات ذاتها فى شكل مواد غير عضوية متحدة مع مواد كيميائية فى شكل مركبات، وعندما يحدث النشاط والمجهود يثير العصب المسئول عن العضلة وأليافها، فتتكسر هذه المواد وتتحرر منها الطاقة فى شكل يمكن استخدامها للعمل الميكانيكى المناسب للانقباض العضلى. وهناك أربعة مركبات كيميائية هامة للحصول على الطاقة اللازمة للنشاط العضلى وهى:

١- ثلاثى فوسفات الأدينوزين — Adenosine Triphosphate (ATP)

٢- فوسفوكرياتين — Creatine phosphate (CP)

٣- الجليكوجين — Glycogen

٤- الدهون — Fats

وجميع هذه المواد تخزن فى خلايا العضلة. كما أن الجليكوجين يخزن فى الكبد أيضا، ويمكن نقله إلى العضلات عن طريق الدم، بالإضافة إلى أن الدهون تخزن فى الجسم كنسيج دهنى، وعند الحاجة إليه ينقل عن طريق الدم إلى خلايا العضلة، ويعتبر الـATP هو الوحيد من هذه المركبات الذى يمد العضلات المنقبضة بالطاقة التى تتحرر من تكسير هذا المركب، أما باقى المركبات فإن الطاقة الناتجة منها تستخدم فى إعادة تكوين الطاقة التى كانت قد نتجت من تكسير ATP

واستهلكت أثناء الانقباض العضلى، وبذلك تستمر الانقباضات العضلية لفترات زمنية أطول، ويتكون الـ ATP من الأدينوزين + ٣ جزئيات من الفوسفات كالتالى:

$$ATP = Adenosine \sim P \sim P \sim P$$

والرمز (~) يشير إلى مركب طاقة عالى.

فعندما يثير العصب الليفة العضلية، فإن خيوط البروتين لهذه الليفة – الميوسين والآكتين Myosin,Actin تتحدا معا، وهذا الاتحاد ينشط إنزيم (ATP_{ase}) وينفصل جزئى فوسفات (P) من المركب ATP الذى يتحول إلى ADP وهو ثنائى فوسفات الأدينوزين وتنتج الطاقة، هذه الطاقة المتحررة تستخدم فى الألياف العضلية كمصدر لانقباض العضلة، وتكون معادلة تحرر الطاقة كالتالى:

ATP + (ATP_{ase}) إنزيم $\rightleftarrows$ ADP + P + energy

الانقباض العضلى = energy + Actomyosin (Actin + Myosin)

وتحتوى كل خلايا العضلة على قدر كافى من ATP لمدها بالطاقة اللازمة لانقباضة واحدة أو اثنين، أما لو أستمر السباح فى الأداء لعدة أمتار بعد البداية فإن ADP يتحول إلى ATP من أجل مد العضلة بمزيد من الطاقة حتى تستمر الانقباضات العضلية. وهناك ثلاث عمليات يمكن عن طريقها إعادة تكوين ATP وهى:

١– تكسير الفوسفو كرياتين (CP) .

٢– تكسير الجليكوجين: وتعرف هذه العملية بالجلكزة Glycolysis، وتتكون من مرحلتين، وكلاهما ينتج ATP، وهما المرحلة اللاهوائية، والمرحلة الهوائية.

٣– تكسير الدهون: وتعرف بتمثيل الدهون.

والاختلاف الرئيسى بين هذه العمليات هو سرعة تحرر الطاقة الناتجة عنها واللازمة لإعادة تكوين ATP وتبدأ هذه العمليات فى تحرير الطاقة مع بداية

أداء المجهود البدني مباشرة، ويعتبر CP هو المصدر الهام لإعادة تكوين الطاقة فى سباقات السرعة فى السباحة (٢٥م، ٥٠م) بحيث لا تتأثر سرعة الحركة ويتحول إلى كرياتين، فوسفات، طاقة، ويخزن فى العضلات قدر كاف من CP يكفى لإنتاج الطاقة لمدة من ٥-١٠ ثوان، وبعد ذلك يصبح الجليكوجين ثم الدهون المصادر الرئيسية لإعادة ATP، وفى هذه الحالة لا يمكن للسباح المحافظة على سرعة حركته لأن هذه العمليات تحرر الطاقة والفوسفات بصورة أكثر بطئا من تفاعل ATP–CP، وغالبا ما تكون مرحلة الجلكزة اللاهوائية أسرع من عمليات تمثيل الدهون، وخلالها يمكن للسباح الاستمرار فى الأداء قرب السرعة القصوى لمدة من ٤٠-٥٠ ثانية، بعدها تضعف عملية الجلكزة اللاهوائية ويسبب حمض اللاكتيك الناتج التعب Fatigue وكلا مرحلتى الجلكزة اللاهوائية والهوائية تساهم بشكل فعال في إعادة تكوين ATP فى السباقات الأطوال التى تستغرق أكثر من ٥٠ ثانية، لأن العمليات الهوائية بطيئة نسبيا، ويشير مك أردل وآخرون (٢٠٠٠) MC Ardle, et al. أن كل كيلو جرام من العضلات الهيكلية لديه مخزون من الـ ATP–CP مقداره ٥ ملى مول، ١٥ ملى مول على التوالى.

ويعتبر تحرر الطاقة من خلال تمثيل الدهون هو أبطأ عمليات التمثيل، وتظهر أهميتها فى السباقات الطويلة مثل ١٥٠٠م سباحة حرة والمسافات الأكبر، وكذلك الإمداد بمقادير كبيرة من الطاقة اللازمة أثناء التدريب الذى يستمر للعديد من الساعات المتواصلة فى اليوم الواحد والعديد من الأيام خلال الأسبوع الواحد.

إن تكسيرCP للحصول على الطاقة، يتم عن طريق إنزيم كرياتين فوسفوكينز (CPK) وتكون المعادلة كالتالى :



$$CP + CPK\ (\text{إنزيم}) \rightleftharpoons C + P + \text{free Energy}$$

$$P + \text{Free energy} + ADP = ATP$$

أى أن CP يعطى طاقة بعد تحفيزه بانزيم CPK، وهذه الطاقة تتحد مع جزئ فوسفات ومع ثنائى فوسفات الأدينوزين فيعطى ATP.

وعلى ذلك فإن تفاعل ATP–CP يعتمد على مقدار الـ CP فى خلايا العضلة، فبعد ٤–٥ ثوان من أقصى مجهود يقل التزود بالطاقة عن طريق CP، وبعد ٥–١٠ ثوان يكون قد قرب من الاستنفاذ، بعدها يصبح التزود بالوقود عن طريق عمليات الجلكزة البطيئة نسبيا.(جولنك، هيرمانسن Gollnick and Hermansen)

الجلكزة Glycolysis .

ترتبط عملية الجلكزة أولا بتحول الجليكوجين إلى جلوكوز، فالجليكوجين ما هو إلا سلسلة طويلة من جزيئات الجلوكوز، وأنه يحفز بواسطة إنزيم فوسفوريليز Enzyme phosphorylase وتنقسم هذه العملية إلى مرحلتين هما:

١ـ مرحلة الجلكزة اللاهوائية Anaerobic phase of glycolysis

تنتج هذه العملية جزيئين فقط من الـATP، وتؤثر هذه العملية على البروتوبلازم Protoplasm الموجود بألياف العضلة. وهذه العملية لا تتطلب وجود الأكسوجين، وإذا ماتوفر الأكسوجين فى نهاية هذه المرحلة فإن حمض البيروفيك Pyruvic والـ NADH يدخلا الميتاكوندريا Mitochondria فى الخلايا العضلية حيث تحدث عملية التمثيل، وإذا كان الأكسوجين غير كاف، فإن هاتين المادتين تتفاعلان معا ويتكون حمض اللاكتيك، ويصبح النسيج العضلى حمضى (أكسيدى) وبالتالى يظهر التعب، وهذا التحول يحفزه إنزيم لاكتيك دى هيدروجين (LDH) وتكون المعادلة كالتالى:

Pyruvic Acid + NADH(مساعد إنزيم) + M.LDH(إنزيم) $\rightleftharpoons$ Lactic + NAD

ويعتبر إنتاج الطاقة من الجلكزة اللاهوائية أقل قبولا من إنتاجها هوائيا، لأن العمليات الهوائية تنتج ٣٦ جزئ من ATP بالمقارنة بجزيئين فقط تنتجهما

العمليات اللاهوائية ، كما أن المرحلة اللاهوائية تتوقف عند تكون حمض اللاكتيك ، ومع ذلك فهناك اعتماد على الجلكزة اللاهوائية في التزود بالوقود في سباقات السباحة القصيرة التى تتطلب السرعة الشديدة بينما الاعتماد على الجلكزة الهوائية فى السباقات الأطول حيث تكون السرعة أقل من القصوى .

٢ـ مرحلة الجلكزة الهوائية:

تكون الميتاكوندريا فى شكل أجسام قضبية (عصا) فى الخلايا ، فبعد الإنتهاء من عملية الجلكزة اللاهوائية ، فإن حمض البيروفيك ، **NADH** يكونان ذرات الهيدروجين التى تدخل إلى الميتاكوندريا حيث تتأكسد وتكون ثانى أكسيد الكربون وماء ، وهذا يكون دورة حمض الستريك **Citric** والتى تعرف باسم دورة كربس **Krebs Cycle** ويتواجد الأكسوجين فى الميتاكوندريا من أجل إتمام عمليات التمثيل ، وحدوث عملية التمثيل فى الميتاكوندريا والتى تعرف بالعملية الهوائية ، ويستقر عدد كبير من الإنزيمات فى الميتاكوندريا ، وتعرف بالإنزيمات الهوائية أو بالإنزيمات الميتاكوندرية **Mitochondrial enzymes** ويعاد تكوين الـ ٣٦ جزئ من **ATP** عندما تتأكسد ذرات حمض البيروفيك والهيدروجين بواسطة دورة حمض الستريك.

وعلى ذلك فإن الجلكزة اللاهوائية والهوائية مرحلتين فى عملية واحدة ، وأصبح من المعروف أن تكسير الجليكوجين ينتج حمض اللاكتيك بالجلكزة اللاهوائية ، وينتج ثاني أكسيد الكربون والماء بالجلكزة الهوائية ، ولذلك فالمرحلة الثانية ماهى إلا استمرار للمرحلة الأولى.

وعلى ذلك فإن جميع سباقات السباحة تتحرر خلالها الطاقة بالجلكزة اللاهوائية والهوائية والجدول التالى يوضح نسبة إنتاج الطاقة وعلاقتها بزمن ومسافة السباحة.

جدول (١)

النسبة المئوية لإنتاج الطاقة في السباحة وفقا لزمن ومسافة الأداء

الزمن	مسافة السباحة المستخدمة	النسبة المئوية لتفاعل ATP-CP	النسبة المئوية لاستعادة تكون الطاقة اللاهوائية	النسبة المئوية لاستعادة تكون الطاقة الهوائية
١٠-٢٠ ثانية	٢٥-٥٠ ياردة أو متر	٧٨	٢٠	٢
٤٠-٦٠ ثانية	١٠٠ ياردة أو متر	٢٥	٦٥	١٠
١,٣٠-٢ دقيقة	٢٠٠ ياردة أو متر	١٠	٦٥	٢٥
٢-٣ دقيقة	٢٠٠ ياردة أو متر	١٠	٥٠	٤٠
٣-٥ دقيقة	٤٠٠ متر، ٥٠٠ ياردة	٧	٤٠	٥٣
٥-٦ دقيقة	٤٠٠ متر، ٥٠٠ ياردة	٧	٣٨	٥٥
٧-١٠ دقيقة	٨٠٠ متر، ١٠٠٠ ياردة	٥	٣٠	٦٥
١٠-١٢ دقيقة	١٠٠٠ ياردة	٤	٢٥	٧٠
١٤-١٨ دقيقة	١٥٠٠ متر، ١٦٥٠ ياردة	٣	٢٠	٧٧
١٨- ٢٢ دقيقة	١٥٠٠ متر، ١٦٥٠ ياردة	٢	١٨	٨٠

وتعتمد عملية التزود بالوقود باستخدام العمليات الثلاث السابقة على العوامل التالية :

١- **السرعة:** فالسرعات العالية تتطلب تكرار سريع للانقباضات العضلية، وفي هذه الحالة يجب التزود بالوقود بسرعة، ولهذا تعتمد العضلات على ATP-CP والجلكزة اللاهوائية للحصول على الطاقة اللازمة للسباقات القصيرة، بينما تعتمد على الجلكزة الهوائية في المسافات الأطوال.

٢- **قدرة الفرد الرياضي على استهلاك الأكسوجين:** فالسباح الذى يستهلك مزيد من الأكسوجين أثناء السباحة تكون لدية القابلية على أكسدة مزيد من حمض السيبروفك و NADH في الميتاكوندريا، وتقليل الإعتماد على الجلكزة اللاهوائية. وفي هذه الحالة يقل التعب نتيجة نقص حمض اللاكتيك الناتج.

٣- **فعالية الأداء:** فالسباحين الذين يتمتعون بكفاءة عالية في الأداء الميكانيكي لضربات الرجلين وحركات الزراعين، يمكن أن يسبحوا بسرعة مع ضربات اقل ومجهود أقل في كل ضربة، وهذا يقلل من الطاقة الإجمالية المستهلكة، كما تسمح الضربات الصحيحة والقليلة إلى مزيد من القوة في الألياف العضلية ورفع كفاءتها في القدرة على الجلكزة.

جليكوجين الكبد : مصدر استعادة الطاقة

Liver Glycogen : a back up source of energy

تحتوي الخلايا العضلية في الظروف الغذائية الجيدة على قدر كاف من الجليكوجين، ويمكنه استعادة تكوين الـATP بدرجة كبيرة والعمل على زيادته في العضلة خلال ساعة واحدة من نضوبه، وخلال ممارسة النشاط الرياضي، فإن جليكوجين الكبد يتحول إلى جلوكوز يصب في مجرى الدم، وينتقل إلى العضلات العاملة، حيث يمتص، كما يستخدم في إضافة مزيد من الجليكوجين للعضلة. ويصبح الجلوكوز ذو ٦ جزئ فوسفات (Glycose-6-Phosphate) خلال عدة خطوات، ويعمل إنزيم هكسوكينيز Hexokinase على تكسيره خلال سباحة المسافات ورياضات التحمل حيث يستخدم بعض جليكوجين الكبد، مما يقلل من نضوب جليكوجين العضلة، مما يساعد جزئيا في المحافظة على سرعة الأداء لفترة أطول من الوقت.

تمثيل الدهون Lipid Metabolism

تخزن الدهون في العضلات وتحت الجلد كنسيج دهني، وتستخدم كمصدر آخر للطاقة لاستعادة تكوين ATP، وهذا الدهن المخزون بالجسم يسمى تراى جلسرايد Trigycerides يتحول إلى أكاسيد دهنية حرة FFA وجلسرين Glycerol ويساعد على ذلك إنزيم ليبوبروتين ليبز (LPL) Lipoprotein lipase

ثم تدخل هذه الأكاسيد الدهينة إلى الميتاكوندريا بمساعدة إنزيم آخر يسمي كارنيتين بالميتال فرانسفيرييز **Carnitine palmytyl transferase (CPT)** ، وتمتاز الأحماض الدهنية الحرة (FFA) بأنها تعطي طاقة وفيرة، كما أنها تكون ١٣١ جزئ من الـATP ، ولكن ما يأخذ عليها أن عملية تحرر الـ **FFA** من التراى جلسرايد تكون بطيئة لدرجة أن السباحين لا يستطيعون الاستمرار فى الأداء بسرعة كافية فى أى سباق إذا ما كان تمثيل الدهون هو المصدر الوحيد للطاقة، ويكفى النسيج الدهني بالجسم لمد الجسم بالطاقة لمعظم الرياضيين لعدة أيام، ولهذا يلعب تمثيل الدهون دورا هاما فى التدريب، وخاصة تدريب التحمل، وهذا لا شك يهم السباحين، ويذكر سالتين، كارلسون **(Saltin Karlsson)** أنه أثناء تدريب التحمل، فإن الرياضيين المدربين يستخدمون مزيدا من الدهون والقليل من الجليكوجين للحصول على الطاقة اللازمة بالمقارنة بغير الرياضيين. ويشير سالتين فى دراسته أن الأفراد الرياضيين كان استهلاكهم للكربوهيدرات أثناء التدريب أقل بنسبة ٢٠٪ عن أقارنهم الذين قاموا بأداء نفس العمل من غير الرياضيين.

إن زيادة معدلات تمثيل الدهون يؤثر بشكل مماثل فى تقليل تمثيل جليكوجين الكبد، كما يصبح معدل نضوب جليكوجين العضلة أبطئ أثناء التدريب، مما يساعد على المحافظة على الأداء لفترة أطول، والمحافظة على جليكوجين العضلة لإستخدامه للتزود بالطاقة أثناء السباحة بشدة قصوى أو أقل من الأقصى، وهذا يفسر لنا لماذا يستطيع السباحين التدريب مرتين يوميا ولعدة أيام متصلة على الرغم من استخدام الشدة المرتفعة.

أسباب التعب العضلى The causes of Muscular fatigue

يعرف التعب بأنه فقد السرعة، كما يعرف أيضا بأنه الإحساس بالألم، والتعب **Tiredness**، وهذه الإحساس يصاحبه انخفاض سرعة الحركة فى سباقات

الـ ١٠٠م وما فوقها. ولكنه لا يظهر قى السرعات الشديدة التى مسافاتها ٢٥م، ٥٠م سباحة، ولكن يمكن ملاحظته فى آخر خمسة أمتار.

ويشير الخبراء أن تراكم حمض اللاكتيك بالدم قد يكون هو السبب الرئيسي فى التعب فى سباقات الـ ١٠٠م ولكنه ليس السبب الرئيسى فى مسافات ٢٥م، ٥٠م، حيث وجد تورما، سيزكلى **Torma & Szekely** زيادة ضئيلة فى حمض اللاكتيك بالدم لدى السباحين بعد أداء ٥٠م سباحة. وقد لوحظ أيضا أن عدائى المسافات يشكون أيضا من التعب، على الرغم من أن تركيز حمض اللاكتيك بالدم لم يصل إلى أقصى حد له فى نهاية السباقات، وهذا يوضح لنا أن هناك عوامل أخرى غير تراكم حمض اللاكتيك قد تسبب التعب فى سباقات المسافات وأثناء التدريب.

التعب فى مسافات ٢٥م، ٥٠م سرعة. Fatigue in 25 & 50 Meter sprints

يشير دي برامبيرا**Diprampera** أن التعب عند السباحين المتميزين ذوو الخبرات هو فقد للسرعة بعد أول ٤-٥ ثوان من بدء سباحة السرعة، ويوضح جولنك، هيرمانسين أن نقص السرعة يمكن ملاحظتها بعد عشرون ثانية من بدء السباق. والتفسير المقبول لنقص السرعة هو النضوب التدريجى للـ**CP** اعتمادا على الجلكزة لإعادة تكوين **ATP** وعملية الجلكزة بطيئة إلى حد ما بالمقارنة بتفاعل الـ **ATP-CP** مما يؤدى إلى عدم تحرر الطاقة بالسرعة الكافية والتى تحتاجها العضلات المنقبضة للمحافظة على السرعة، والتدريب يقلل من التعب الناتج عن نضوب الـ **CP** وهذا ما أكدته العديد من الدراسات، كما يؤثر التدريب على الإنزيمات التى تنظم الحصول على الطاقة من الـ **ATP-CP** .

التعب فى سباقات ١٠٠م والمسافات المتوسطة والمسافة

Fatigue in the 100, Middle-Distance and Distance events

يعتقد أن سبب التعب فى سباقات المسافات المتوسطة والمسافة هو تراكم حمض اللاكتيك الناتج عن الجلكزة اللاهوائية، ولكن يرى بعض العلماء أنه ليس المسئول المباشر عن هذا التعب، حيث أن هذا الحمض يؤثر على الـpH فى سوائل الجسم (وهو عبارة عن التوازن بين الحمضية والقلوية فى سوائل الجسم) وعند درجة ٧ تكون حالة التوازن هذه طبيعة وتكون السوائل فى خلايا العضلات غير العاملة فى النشاط الرياضى قريبة جدا من الطبيعية، ويتسم pH الدم بالقلوية ودرجته ٧,٤ فى وقت الراحة، أما أثناء التمرين الرياضى فإن الجلكزة اللاهوائية تسبب تراكم اللاكتيك فى العضلات مما يجعل هذه الخلايا حمضية، وعندما ينتشر بعض اللاكتيك فى مجرى الدم، فإن pH الدم يقل وكذلك pH السوائل الأخرى بالجسم والمتصلة بالجهاز الدوري. ويقرر العديد من الباحثين أن pH الخلايا العضلية يكون حوالى ٦,٤٠ بعد المجهود البدنى الشاق.

(هيرمانسين، اوسينز Hermansen & Osnes)

ولذلك فإن زيادة الحمضية فى النسيج العضلى يسبب بدرجة كبيرة حالة التعب. ويلاحظ أنه عند انخفاض الـ pH فى العضلات عن ٧,٠٠ (حمضى) فإن معدل تمثيل الجلوكوز يقل أيضا، كما ينخفض معدل نشاط عملية الجلكزة Glycolytic، وبالتالى يقل معدل انقباض العضلة وسرعة حركتها، وتصبح درجته ٦,٣ ويرى العديد من العلماء أن تكوين حمض اللاكتيك يتوقف عندما يصل الـ pH إلى هذا المستوى، والحقيقة أن النقص فى معدل الجلكزة يتناسب مع النقص فى الـpH العضلة. وهذا يؤكد الاعتقاد بأن الأداء فى السباحة هو عبارة عن إعداد عقلي بنسبة ٩٠٪، وبدنى ١٠٪.

ومـن خـلال هـذه الحقـيقة ، فالرياضيين الذين يقل لديهم الحافز والرغبة لـتحمل الألم الـناتج عن العمل العضلى ، تقل لديهم الاستجابة لانخفاض الـ pH ، ويجـب عـلى المدربـين والسباحين أن يدركوا أن من لديه الدافع للأداء على الرغم مـن الإحسـاس بـالألم، يحـدث لهـم بالضـرورة انخفاضـا فى مستوى التوازن فى السـوائل حـتى تصبح أنسـجتهم العضـلية أكـثر حمضية تدريجيا. ومع ذلك فإن تحمـل الألم الـناتج عن المجهود العضلى ليس وحدة كافيا للتأكد من أن المجهـود المبذول وصل إلى قمته ولا يعبر بالطبع عن ٩٠٪ من أداء الفرد ، فالتدريب المستمر وبالسـرعات المناسـبة تـؤدي إلى تـأخير تـأثير إنخفـاض الـ pH على معدل الطاقة المتحررة.

نضوب جليكوجين العضلة والتعب .

Muscle Glycogen Depletion and Fatigue

يرى هولوسزى ، بووث ، ويندر ، فيتس **Holloszy, Booth, Winder, Fitts** أن الحمضية الشديدة لا تحدث إذا كانت سرعة أداء التمرين الرياضى قليلة ، مما يعطـى الفرصة للاستمرار فى الأداء لأطول فترة ممكنة ، ويساعد على ذلك إذا كان جلـيكوجين العضـلة كافـيا ، فـى حين أن نضوبه من العضلة يؤدى إلى الإحساس بالإجهـاد والألم العضـلى الشـديد ، ممـا يـؤدى إلى النقص المفاجئ فى عدد مرات تكرار التمرين المستخدم.

إن التعب الناتج عن نضوب الجليكوجين ، يظهر بصفة عامه عندما يكون التدريـب مـرتين يومـيا لمدة ٢-٣ ساعات فى كل مرة، ولمدة ٥-٦ أيام أسبوعيا ، وهـذا قـد يفسـر أسباب ضعف أداء الرياضيين فى أثناء التدريب قبل المنافسات : ويرى هولتمان ونلسون **Hultman & Nilson** أنه أثناء نضوب جليكوجين العضلة

فإن الكبد يزود الجسم بالطاقة بنسبة ١٠-٢٠٪، ويضيف كارلسون، أيكيلوند، فروبرج Carlson, Ekelund, Froberg وكيل، دول، كيبلر Doll, Kenl, Keppler أن هناك طاقة إضافية بنسبة ٣٠-٤٠٪ تأتي من أكسدة الدهون .

ويذكر هولتمان وآخرون Jultman,etal. أن تناول الرياضيين الغذاء المحتوى على نسبة كبيرة من الكربوهيدرات بنسبة لا تقل عن ٧٠٪ تساعد على زيادة كبيرة فى استعادة تكوين الجليكوجين فى العضلة خلال ٢٤ ساعة، وقد أضاف ماك دوجال، وورد، سال، ساتون Mac Dougall, Word, Sale, and Sutton أنه فى حالة التدريب الشديد يجب زيادة تناول الكربوهيدات بنسبة أكثر من ٤٥-٥٥٪ من جملة الطعام، مما يؤدى إلى تكيف الجسم مع شدة التدريب ويؤخر ظهور التعب، وخلاصة القول أنه يتبادر إلى الأذهان سؤال مفاده هل يمكن أن يسبب نضوب الجليكوجين فى العضلة التعب أثناء السباقات؟ وللإجابة على هذا السؤال، تبدو الإجابة الظاهرة بلا، لأن زمن أداء العديد من السباقات الطويلة يكون ما بين ١٤-٢٠ دقيقة مثل سباحة ١٥٠٠ م، ويشير سالتين، كارلسون Saltin, Karlsson أنه بدراسة الشريحة العضلية Biopsies ظهر أن الجليكوجين يبقى فى العضلات لمدة ساعة من التمرين الشديد. وهذا يشير بوضوح إلى أن هناك قدرا كافيا من الجليكوجين فى العضلة يمكن للمد بالطاقة لعدة سباقات من مسافة ١٥٠٠م سباحة مثلا. ولكن يوضح العديد من الباحثين أن هذا يكون صحيحا فى حالة ما إذا كان معدل تحرر الطاقة باستخدام الجلكزة لايقل عندما يصبح مخزون جليكوجين العضلة ناضبا جزئيا.

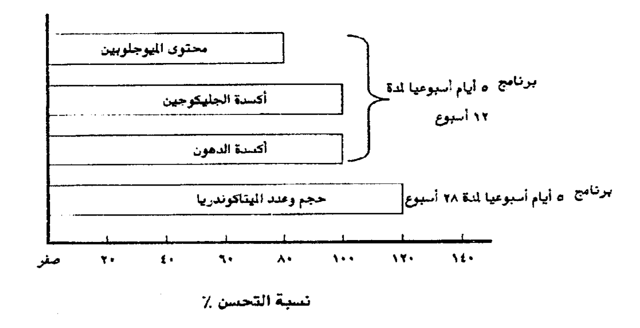
وقد أظهرت العديد من الدراسات أن ٦٥-٨٣٪ من مخزون العضلة من الجليكوجين يفقد خلال ٦-٣٠ دقيقة مع التمرين الشديد (جولنك وآخرون Gollnick, et al.)، (أوجيرتون وآخرون Edgerton, et al.)، (هولتمان)، وفى

إحدى هذه الدراسات (جولنك وآخرون) وجد أن نسبة ٧٦٪ من جليكوجين العضلة قد نضب بعد أداء مجهود شديد لمدة دقيقة، كررت ست مرات، بينها ١٠ دقائق راحة، والاحتمال الأكبر قبولا أن نسبة النضوب تزيد في حالة التمرين المستمر، والاحتمال الآخر أن بعض الألياف العضلية قد يحدث بها نضوب تام خلال فترة قصيرة من التمرين، وخاصة الألياف السريعة، وفى هذه الحالة فأداء الفرد الرياضي يعتمد على الألياف البطيئة للحصول على الطاقة، مما يؤدى إلى انخفاض في السرعة ومع ذلك فإن هناك بعض الأدلة على أن النضوب الجزئى للجليكوجين فى العضلة يمكن أن يسبب التعب.

ويعتبر قياس مستوى حمض اللاكتيك بالدم بعد مجهود شديد باختلاف فترات استمراره إلى حد التعب مؤشرا لأن حمض اللاكتيك هو سبب التعب إذا ما وجد عند قياسه أنه وصل إلى أقصى مستوى له، أما إذا لم يصل إلى حدة الأقصى، فإن هناك عوامل أخري تكون هي سبب التعب، مثل نضوب الجليكوجين في العضلات العاملة. وعلى ذلك فإن سباقات المسافات المتوسطة والطويلة مثل ٨٠٠م، ١٥٠٠م سباحة أو جرى يصعب فيها المحافظة على سرعة الأداء، ويكون التعب أثنائها بسبب نضوب الجليكوجين. بينما يكون هناك شك في أن نضوب الجليكوجين هو سبب التعب فى السباقات القصيرة، وقد وجد تيلور **Taylor** في دراسته أن نقص محتوى العضلة من الجليكوجين كان ضئيلا عندما يتناول طعام غنى بالكربوهيدرات مرتين أو ثلاثة يوميا قبل المنافسة حتى نتأكد من أن عضلاتهم معبئة بالقدر الكافى من الجليكوجين.

والشكل التالى يوضح النسبة المئوية للتغيرات الناتجة عن التدريب على القدرة الهوائية للعضلات الهيكلية العاملة ومن برنامج تدريبي لمدة ١٢ أسبوع (٥ مرات أسبوعيا) وفى برنامج آخر لمدة ٢٨ أسبوع (٥ مرات أسبوعيا) بغرض

التعرف على نسبة التحسن فى حجم وعدد الميتاكوندريا في العضلات الهيكلية العاملة أثناء ممارسة البرنامج التدريبى المقترح.



شكل (١)
التغيرات الناتجة عن التدريب على القدرة الهوائية للعضلات الهيكلية

تأخير التعب أثناء سباقات السباحة

Delaying Fatigue during swimming Races

كما ذكرنا من قبل، يعرف التعب بأنه نقص السرعة، ففي السباقات القصيرة مثل ٢٥م، ٥٠م يكون السبب المحتمل لحدوث التعب هو إنخفاض فى مخزون العضلة من الـ CP و(أو) نقص فى السرعة، حيث أن تفاعل الـATP-CP هو الذى يحرر الطاقة اللازمة للانقباض العضلى، أن قدرة تفاعل الـATP-CP يمكن أن تتحسن باستخدام نوع التدريب المناسب، مما يمكن السباحين من المحافظة على السرعة القصوى التى يسبحون بها لفترة طويلة من الوقت أثناء سباقات السرعة.

أما فى السباقات الأطول، فإن تراكم حمض اللاكتيك على الالياف العضلية العاملة هو الذى يسبب التعب، ويشير العديد من الباحثين إلى أن تراكم اللاكتيك يكون بمعدل أبطأ فى العضلات عند الرياضيين المدربين جيدا وذلك عند أداء عمل عضلى بشدة أقل من الأقصى.

يعتقد أن سبب هذا البطئ فى تراكم اللاكتيك لدى الرياضيين، وبالتالى تأخر ظهور التعب يرجع إلى:

- ○ النقص الكبير فى معدل إنتاج حمض اللاكتيك.
- ○ زيادة معدل إنتقال اللاكتيك من العضلات العاملة.

وهناك طريقة أخرى لتأخير ظهور التعب الناتج عن تراكم حمض اللاكتيك، وهى عادة ما تستخدم فى سباقات ١٠٠م، ٢٠٠م وهى تحمل زيادة تراكم اللاكتيك، ولتحقيق ذلك يجب على السباحين أن تكون لديهم القدرة على الإستمرار فى الأداء لفترة أطول قرب السرعة القصوى والتي يستمد وقودها عن طريق الجلكزة اللاهوائية بالرغم من تكون حمض اللاكتيك المصاحب لذلك، وتعتبر المنظمات (المصدات) **Buffers** إحدى الطرق التى بها يستطيع الجسم زيادة تحمله لتراكم اللاكتيك، فالمنظمات تخفف من قوة حمضية حمض اللاكتيك فتجعله حمضا ضعيفا لدرجة أن توازن **pH** فى النسيج العضلى لا يتجه إلى الانخفاض بمعدل سريع، ويعتبر زيادة معدل الجلكزة هى الطريقة المناسبة لاستمرار عمليات تحرر الطاقة.

وهناك طريقة أخرى لزيادة تحمل الألم الناتج عن تراكم اللاكتيك وذلك عن طريق تنمية تحمل هذا الألم، ويعتبر الحافز والدافع على تحمل هذا الألم عند الرياضيين، هو السبب الرئيسى فى استمرارهم فى الأداء قرب السرعة القصوى التى يسبحون بها بينما الآخرين الغير متمتعون بهذا الحافز يخضعون لهذا الألم.

فعالية تنمية تفاعل الـ ATP-CP

Improving efficiency of the ATP-CP Reaction

كما أشرنا من قبل فإن تفاعل الـATP-CP هو المسئول عن إمداد العضلات المنقبضة بالسرعة القصوى بالطاقة الضرورية اللازمة لهذا الانقباض، وعلى ذلك فإن كفاية هذا المركب الكيميائىATP-CP فى العضلات يعتمد على:

١- تركيز هاتين المادتين الكيميائيتين فى العضلات.

٢- نشاط الإنزيمات المنظمة لهذا التفاعل .

والجدول التالى يوضح هذه الإنزيمات ووظائفها .

جدول (٢)

وظائف إنزيمات الطاقة

الإنزيم	نشاطه
ATP_{ase}	تنظيم عملية تكسير ATP إلى ADP وتحرر الطاقة اللازمة للانقباض العضلى .
مايوكينيز (MK)	تنظيم تكسير ADP إلى ATP, AMP.
كرياتين فوسفوكينيز (CPK)	تنظيم استعادة تكوين ATP من الـ CP.

ويشير دى برامبرو Di-Prampero أن العضلات العاملة يمكنها الانقباض عند أقصى سرعة حتى ينضب مخزون الـ CP جزئيا .

وعلى ذلك فإن زيادة مخزون العضلات من مركبات الـ ATP-CP يجعل الرياضيين قادرون على المحافظة على سرعة الأداء قرب الحد الأقصى لفترة طويلة عن المعتاد تصل إلى ٥-١٠ ثوان.

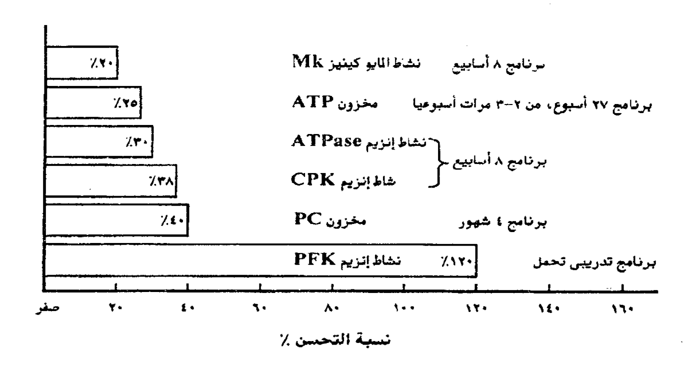
ويقرر أريكسون، جولنك، سالتين فى دراستهم أن التدريب المنتظم يؤدى إلى زيادة مركب CP فى العضلة بنسبة ٣٩٪، بينما يقرر كارلسون أن هذه الزيادة

تبلغ ٢٥٪ من مركب الـATP، ومن الملاحظ أن هاتين الدراستين قد استخدمتا تدريب التحمل، بينما يقرر ماك دوجال وآخرون في دراستهم **McDougall, et al.** أن الزيادة بلغت ١٨٪ لمركب الـATP، ٢٢٪ الـCP عند استخدام التدريب بالمقاومة الشديدة .

وقد قررت دراسات أخرى مثل دراسة كارلسون، دايمنت، سالين، ودراسة ياكولف **Yakolev** أن الزيادة كانت في مركب الـCP وليس في الـATP وعلى ذلك يبدو لنا أن ممارسة التدريب الرياضي يؤدى إلى زيادة مخزون العضلات العاملة من الـCP، بينما تأثير التدريب على محتوى مركب الـATP في العضلات لم يتقرر حتى الآن بشكل قاطع **Unresolved** .

ونظرا للأهمية الكبيرة لتأثير التدريب على الإنزيمات التى تنظم تكسير الـATP,CP فإن معدل الطاقة المتحررة من الـATP يتم التحكم فيها عن طريق أنزيم ATP_{ase}، بينما إستعادة تكوينه تخضع لتأثير إنزيم مايوكينز (MK) **Myokinase** والكرياتين فوسفوكينز **Creatine Phosphokinase (CPK)**. وتشير بعض الدراسات العلمية إلى أن نشاط هذه الإنزيمات يزيد مع ممارسة التدريب الرياضى، مثل دراسة ويلكرسون، إيفونك **Wilkerson & Evonuk** ودراسة ثورستنسون، سجودين، كارلسون **Thorstensson, Sjodin & Karlsson**، ودراسة كوستل **Costill**، أريكسون وآخرون.

والشكل التالى يوضح النسبة المئوية للتغيرات الناتجة عن تدريب القدرة اللاهوائية للعضلات الهيكلية العاملة وفق برامج تدريبية مختلفة .

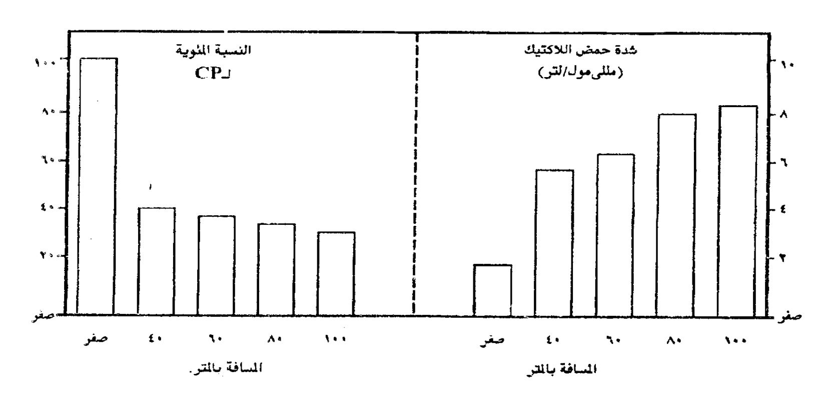


شكل (٢)
التغيرات الناتجة عن التدريب على القدرات اللاهوائية للعضلات الهيكلية

زيادة إنتاج حمض اللاكتيك Increasing lactate production

تقرر العديد من الدراسات أن هناك زيادة في مستوى تركيز حمض اللاكتيك بالدم بعد التدريب الرياضي.

وفي دراسة على عدائي المسافات القصيرة (١٠٠م عدو) أشار روبرتس روبيرجس، سكوت روبرتس ١٩٩٤م إلى التغيرات الناتجة في كرياتين الفوسفات وحمض اللاكتيك يوضحها الشكل التالي :



شكل (٣)
مستوى كرياتين الفوسفات فى العضلة وحمض اللاكتيك
بالدم أثناء عدو مسافات مختلفة لمسافة ١٠٠م

نقلا عن روبرت روبيرجس، سكوت روبرتس ١٩٩٤م

ويـنظم إنـتاج اللاكتـيك عـن طـريق الإنزيمات، والتى تعرف فى مجملها بالإنزيمات اللاهوائية، حيث أنها تنظم عملية الجلكزة اللاهوائية وهى:

١- أنزيم هكسوكينز **Hexolkinase**

٢- أنزيم فوسفوريليز **Phosphorylase**

٣- أنزيم فوسفوكتوكينيز **Phophfruckinase (PFK)**

٤- أنزيم آلدوليز **Aldolase**

٥- أنزيم ديهيدوجينيز **Dehydrogenase (LDH)**

وهـذا لإنـزيم الأخير يمثل شكل اللاكتيك بالعضلة، ويرمز بـ**(M-LDH)**، ويؤكـد العديـد مـن الباحثين أن هناك زيادة فى نشاط تلك الإنزيمات بعد ممارسة



التمرين الرياضي (كوستل ، فينك ، بولوك (Cstili & Fink & Pllock)، (آريكسون وآخرون)، وتؤكد هذه الدراسات أن الزيادة تكون دالة مع استخدام التدريب ذو الشدة العالية أو استخدام تدريبات المقاومة ، وبصفة عام فإن تدريب التحمل قد يسبب زيادة في نشاط تلك الإنزيمات ، وتشير بعض الدراسات إلى أن استخدام التدريب ذو المسافة الطويلة في السباحة أو الجرى الطويل يسبب نقص في هذه الإنزيمات .

ويشير ماجلشو ١٩٨٢م أن التدريب بأى مسافات تكون شدتها كافية لإنتاج العديد من الأحماض سوف تزيد من نشاط الإنزيمات اللاهوائية ، ويصل حمض اللاكتيك إلى قمته خلال ٣٠-٩٠ ثانية من أداء أقصى مجهود (كيول Keul)، أو بعد أداء تكرارات بشدة عالية لمسافة من ٥٠م-٢٠٠م، كما أن السباحة الطويلة أيضا قد تزيد من نشاط هذه الإنزيمات ، بشرط أن تؤدي هذه السباحة بسرعة قصوى أو أقل من الأقصى.

تأخير التعب الناتج من تراكم حمض اللاكتيك
Delaying Fatigue caused by lactate a accumulation

إن حمض اللاكتيك الذى ينتج أثناء التمرين الرياضي يتراكم في العضلات العاملة عندما تصل كميته إلى حد معين ، وبالتالي تحدث الحمضية ، فيقل معدل الجلكزة اللاهوائية ، وتصبح الحركة أثناء التمرين بطيئة وأقل قوة وأكثر ألما.

وهناك ثلاثة طرق لتأخير التعب الناتج عند تراكم حمض اللاكتيك وهي :

١- خفض معدل تراكم اللاكتيك.

٢- زيادة معدل انتقال اللاكتيك من العضلات العاملة إلى غير العاملة.

٣- زيادة تحمل الألم الناتج عن تراكم اللاكتيك.

١ـ تقليل معدل تراكم اللاكتيك
Reducing the rate of lactate accumulation

يمكن أن يتم تقليل معدل تراكم اللاكتيك أثناء التمرين الرياضى بواسطة انخفاض معدل إنتاج اللاكتيك فى العضلات، وبزيادة معدل انتقال اللاكتيك من هذه العضلات إلى العضلات الأخرى غير العاملة وكذلك إلى الدم.

كما يمكن تقليل حمض اللاكتيك الناتج أثناء ممارسة النشاط الرياضى من خلال زيادة استهلاك الأكسوجين أثناء النشاط، فمن المعروف أنه أثناء عملية الجلكزة وإمداد العضلة بالأكسوجين تنتج كميات كبيرة من حمض البيروفيك بالإضافة إلى أيونات الهيدروجين التى تدخل إلى الميتاكوندريا حيث تتأكسد إلى ثاني أكسيد الكربون وماء، وعندما تكون كمية الأكسوجين المتوفرة غير كافية لعملية الأكسدة: فإن حمض البيروفيك وأيونات الهيدروجين تتوحد ويتكون حمض اللاكتيك.

وقد عرف حديثا الميكانزم الخاص بتقليل حمض اللاكتيك، حيث أن جزء من حمض البيروفيك ينتقل من العضلات العاملة عندما يتحد مع الأمونيا لتكوين حمض أمينى يسمى آلانين **Alanine**، وينتشر هذا الحمض الأمينى فى الدم، ويتحول إلى جلوكوز فى الكبد، ويعتقد أن هذا التحول للبيروفيك إلى اللانين يتم بمساعدة إنزيم اللنين ترانساميز **Alanine Transaminase**، وتشير دراسة بالدوين وآخرون **Baldwin, et al.** أن ممارسة النشاط البدني يؤدى إلى زيادة مستوى حمض اللانين فى الدم عند الحيوانات، كما تشير دراسة فيليج، وارين **Felig & Wahren** إلى زيادة حمض اللانين فى الدم لدى الإنسان عند ممارسة النشاط الرياضى، وعلى ذلك فقد يكون تحول البيروفيك إلى حمض اللانين بمعدل مرتفع،

أحـد العوامـل الرئيسـية فـى تقليل التعـب أثناء التمرين الرياضى، نتيجة تقليل تكـون حمض اللاكتيك بنسبة من ٣٥-٦٠٪ لدى الأفراد الرياضيين، وأن الآلانين الناتج يزيد بنسبة ٥٠٠٪ فى عضلات الفخدين لدى الرجال عند استخدام تمرين رياضي شديد.

٢ـ زيادة معدل إنتقال اللاكتيك من العضلات العاملة

Increasing Lactate removel from working muscles

إن جزيئات حمـض اللاكتـيك تنتشـر بسهولة فى الخلايا العضلية والدم وإلي أماكن أخري خارج الخلايا. وتشير العديد من الدراسات أن جزء من حمض اللاكتيك الناتج أثناء الممارسة الرياضية:

١- ينتشـر داخـل الألـياف العضـلية غـير العاملة القريبة فى داخل نفس العضلة حيث يتم تمثيله إلى طاقة.

٢- يصب فى مجري الدم، حيث يمكن نقله إلى العضلات الأخرى غير العاملة، وإلى القلب والكبد، حيث يتم أيضا تمثيله.

وعـلى ذلـك فـإن زيادة انتقال حمض اللاكتيك من العضلات العاملة أثناء التمرين الرياضى يؤدى إلى تأخير انخفاض توازن الأس الهيدروجين (pH) داخل العضـلة، إى زيـادة الحمضية التى تسبب التعب. والتدريب المستمر المنتظم يعمل عـلى زيـادة معـدل انـتقال اللاكتـيك، فـى الوقت الذى تبدو فيه أهمية استخدام تدريبات المسافة لتقليل معدل إنتاج اللاكتيك

ميكانزم الدورة الدموية المرتبطة بانتقال حمض اللاكتيك

Circulatory mechanisms involved in lactate removal

إن التحسـن فـى وظـيفة الـدورة الدمويـة نتيجة ممارسة النشاط الرياضى يـؤدى إلى زيـادة كمـية الـدم الـتى تصـل إلى العضـلات العاملـة المشتركة فى هذا

النشاط، مما يحسن من معدل انتقال حمض اللاكتيك حيث أن زيادة الدفع القلبى وكثافة الشعيرات الدموية Capllary density وزيادة الدم المتدفق إلى العضلات العاملة فى فترة محدودة من الوقت، يجعل هناك زيادة فى انتشار حمض اللاكتيك خارج العضلات العاملة وفى مجرى الدم، حيث ينقل هذا الحمض إلى القلب والكبد، والألياف العضلية الأخرى غير المشاركة فى الانقباض العضلى، وهذا يبدو واضحا فى حالة المجهود الأقصى.

ويرى كول، دول، كيبلر أن حجم القلب يلعب دورا حيويا فى زيادة معدل انتشار اللاكتيك بالدم، حيث أشارت دراستهم أن الرياضيين ذو القلوب الكبيرة الحجم تكون عملية انتقال اللاكتيك لديهم أفضل بالمقارنة بغير الرياضيين، كما يتحسن لديهم تمثيل ألياف عضلة القلب لهذا الحمض للحصول على الطاقة، وتضيف الدراسة أن مثل هؤلاء الأفراد تكون زيادة اللاكتيك بالدم أثناء ممارسة التمرين أقل من الغير الرياضيين. ويشير ماتيوس وفوكس Mathews & Fox أن حجم القلب يتحدد إلى حد بعيد بالوراثة، كما يمكن زيادته بممارسة التدريب الرياضي وخاصة تدريب المسافات المتوسطة والمسافات الطويلة ذو الشدة العالية.

النشاط الإنزيمى المرتبط بانتقال حمض اللاكتيك
Enzyme reactivity involved in Lactate removal

يؤثر إنزيم (LDH) لاكتيك دى هيدورجينيز Lactate Dehyrogenase فى إتمام عملية تمثيل حمض اللاكتيك وزيادة انتقاله. ولهذا الإنزيم شكلين أساسيين فى عضلات جسم الإنسان:

أ- الشكل القلبى Heart form (H-LDH)

ب- الشكل العضلى Muscle form (M- LDH)



ويعمل الشكل العضلى على تنظيم تكوين حمض اللاكتيك من حمض البيروفيك، بينما الشكل القلبى ينظم التفاعل العكسى، أى تحويل اللاكتيك إلى بيروفيك، ويوجد الإنزيم فى شكله العضلى فى الألياف العضلية الهيكلية، وفى شكله القبلى فى الألياف القلبية، والألياف العضلية الهيكلية البطيئة، وعلى ذلك فإن عملية التمثيل اللاكتيك وتحوله إلى بيروفيك بمساعدة إنزيم (H-LDH) يؤدى إلى زيادة معدل انتقال اللاكتيك من ألياف العضلات العاملة، وزيادة معدل انتشاره مما يقلل من نسبة تركيزة فى الدم، وقد تضاربت نتائج الدراسات بشكل واضح حول تأثير التدريب الرياضى على نشاط إنزيم LDH، حيث تقرر دراسة بالدوين وآخرون .Baldwin, et al أن التدريب الرياضى يسبب نقص فى نشاط إنزيم LDH بينما تشير دراسة هولوزى وآخرون .Holoszy et al أنه لا يوجد أى تغير فى نشاطه، ولكن معظم الدراسات أستطاعت أن تفرق بين شكلى هذا الأنزيم. ويوضح جولنك، سيمونز أن نشاط إنزيم H-LDH قد زاد، بينما نقص بشكل مماثل نشاط إنزيم M-LDH فى العضلات الهيكلية بعد أداء سباحة طويلة.

٣ـ زيادة تحمل حمض اللاكتيك : الدين الأكسوجين

Increasing Lactate Tolerance: The oxygen Debt

عند زيادة حمض اللاكتيك إلى درجة كبيرة، يتراكم فى العضلات العاملة والدم، وتحدث الحمضية التى تسبب الألم للرياضيين. وعند توافر الدافعية والإرادة القوية لدى هؤلاء الرياضيين لتحمل هذا الألم على الرغم من إستمرار إنتاج المزيد من اللاكتيك، وبالتالى يعتمد هؤلاء الرياضيين فى استمرارهم أدائهم على الجلكزة اللاهوائية لأطول فترة ممكنة، تتوقف هذه الفترة على مدى قدرتهم على

التحمل للألم، مما يجعلهم قادرون على أداء النشاط الرياضى الممارس قرب السرعة القصوى ولمسافة أكبر، وتعتمد عملية قدرة الرياضيين على تحمل الألم الناتج عن الحمضية على الآتى:

١- تحسن قدرة المنظمات **Buffering**

٢- تحسن تحمل الألم **Increased pain tolerance**

١- تحسن قدرة المنظمات Improved buffering capacity

إن تحسن قدرة هذه المصدات (المنظمات) يقلل من تأثير حمض اللاكتيك على توازن الأس الهيدروجينى، وهذه المنظمات عبارة عن حمض ضعيف وملح نفس هذا الحمض وهى توجد في الدم وفى سوائل الجسم الأخرى بالإضافة إلى خلايا العضلة. ويمكن لهذه المنظمات أن تتحد مع اللاكتيك فتضعفه أو تنظمه **weakenorbuffered** وهذا يمنع بالتالى انخفاض الـ **pH** إلى الحمضية أثناء التمرين الرياضى، ومثال على ذلك، فإنه فى حالة زيادة إنتاج اللاكتيك بنسبة عشرة أضعاف مستواه، مع كفاية المنظمات، يسبب انخفاض فى الـ **pH** بنسبة ٤٠٪ (كول، دول، كيبلر).

وهناك ثلاثة أنظمة رئيسية لهذه المنظمات فى سوائل الجسم وهى:

١- منظمات البيكربونات **Bicarbonate buffers**

٢- منظمات الفوسفات **Phosphate buffers**

٣- منظمات البروتين **Protein buffers**

وتعتبر منظمات البروتين هى أهم هذه المنظمات، حيث أنها ترتبط بالتمرين الرياضى، ويعتقد أن ٧٥٪ تقريبا من نشاط هذه المنظمات يتم عن طريق منظمات البروتين.

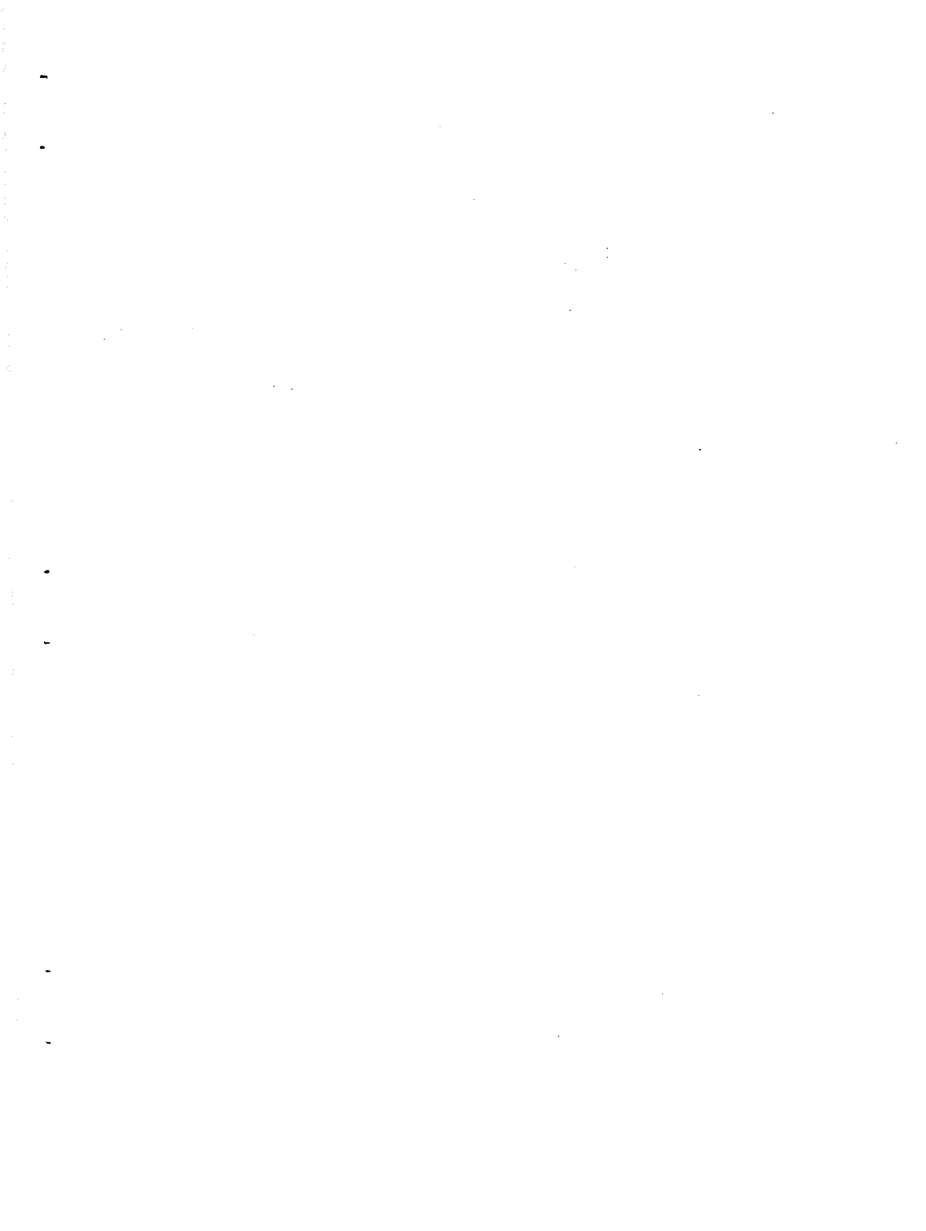
وقد وجدت كميات كبيرة منه فى الهيموجلوبين، والعضلات، وقد تناولت العديد من الدراسات منظمات الهيموجلوبين، ولكن منظمات العضلات لم يتناولها القدر الكافي من البحث. ويرى استراند، رودهل أن منظمات العضلات قد تزيد إلى خمس أضعاف نشاطها على الأقل حتى تبطل تأثير حمض اللاكتيك بالمقارنة بمنظمات الدم. وعلى ذلك فإن الزيادة فى كلا من منظمات العضلات والدم تسمح بتحمل الإنتاج الكبير لحمض اللاكتيك أثناء ممارسة التمرين الرياضى ولذا تعمل هذه المنظمات على تعادل سوائل العضلات والدم (لا حمضى ولا قلوى)، وبالتالى لا يقل الـ pH بسرعة ولايحدث التعب بصورة مباشرة. ويزيد الاعتماد على الجلكزة اللاهوائية لفترة طويلة. والنتيجة النهائية هى أن الرياضيين وخاصة فى السباحة وألعاب القوى يستطيعون أن يحافظوا على سرعتهم فى الأداء أثناء السباقات.

وباستعراض الدراسات التى تناولت تأثير التدريب الرياضى على المنظمات فى الجسم، فنجد أنها تضاربت فى نتائجها، حيث يقرر هولمان، وليسن Holman&Liesen أن هناك زيادة فى قدرة المنظمات مع ممارسة التدريب، بينما تشير نتائج دراسات أخري إلى عكس ذلك.

ويشير سفارك: نوفاك Svarc&Novak أن هناك نقص فى درجة الحمضية بعد التدريب الرياضى نتيجة زيادة قدرة هذه المنظمات، وقد طبقت هذه الدراسة على سباحين، بالتدريب على مسافة ٣٠ متر أربعون مرة، بإستخدام المجموعات كل مجموعة تشمل عشر تكرارات مع راحة ٣٠ث بين كل سباحة، عشر دقائق بين المجموعات وعلى الرغم من تناقض هذه الدراسات كما ذكرنا، فإنه من المقبول أن نذكر أن التدريب يزيد من قدرة هذه المنظمات، نتيجة تكيفها كيفا وكما مع التدريب المستمر.

٢- زيادة تحمل الألم Increased pain Tolerace

إن الفرد الرياضى الذى يستطيع تحمل الألم الزائد يستطيع أداء العمل البدني بسرعة قصوى ولمسافة أكبر، كما يمكنه التزود بالطاقة اللازمة لاهوائيا مع بقاء معدل سرعة الإنقباض العضلى لفترة طويلة من الوقت. لذا ومع إعطاء الأفراد أثناء التدريب جرعات شديدة تسبب الألم، يستمر الفرد فى الأداء مع وجود هذا الألم، حتى يتم خلق التكيف اللازم لذلك سيكولوجيا وفسيولوجيا؛ لآن الحوافز هنا تلعب دورا حيويا فى زيادة تحمل الفرد للألم، فكلما زاد الدافع، زاد تحمل الألم. ويجب أن يلاحظ المدربين مقدار الشدة المستخدمة فى التدريب بما يتناسب وقدرات كل فرد رياضى حتى لا يسبب ذلك حالة الحمل الزائد، الذى يظهر بوضوح فى شكل وسرعة الأداء.



الفصل الثانى

العمليات الفسيولوجية والعضلية المرتبطة بالأداء فى السباحة

أولاً : استهلاك الأكسجين

تأثير التدريب الرياضى على الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين

التدريب البدنى وأثره على الوظائف الرئوية

التكيفات فى الجهاز الدورى التى تساهم فى زيادة مستوى الحد الأقصى للاستهلاك الأكسجين

الدفع القلبى

كثافة الشعيرات الدموية

دفع الدم إلى العضلات العاملة

حجم الدم وخلايا الدم الحمراء

تكيفات الخلايا العضلية لتحسين استهلاك الأكسجين

أهمية الميوجلوبين فى استهلاك الأكسجين

مفهوم العوامل المحددة (المؤثرة) فى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين

ثانياً : العتبة الفارقة اللاهوائية : المفهوم الجديد للتدريب

ثالثاً : أهمية الألياف العضلية البطيئة والسريعة للسباحين

خصائص الألياف العضلية السريعة والبطيئة

التصنيف الجديد لأنواع الألياف العضلية

هل يمكن التنبؤ بالسرعة أو المسافة من تحليل شريحة عضلية؟

كيف تستخدم الألياف العضلية البطيئة والسريعة أثناء العمل العضلى؟

هل تتغير أنواع الألياف بالتدريب؟

هل تدريب المسافة يقلل من السرعة القصوى (السرعة السريعة) ؟



الفصل الثانى

العمليات الفسيولوجية والعضلية المرتبطة بالأداء فى السباحة

يعد استهلاك الأكسجين أحد العوامل الهامة، إن لم يكن أهمها، لتحديد أداء التحمل حيث أن الزيادة فى تزود العضلة بالأكسجين يعطي مزيد من الطاقة اللازمة للتمثيل الهوائى، حيث أن معدل تراكم اللاكتيك يكون بطئ ويتأخر ظهور التعب، وقد ظهر حديث مفهوم يشير إلى أداء التحمل، ويتمثل هذا المفهوم فى مصطلح العتبة الفارقة اللاهوائية ***Anaerobic Threshold*** ويقيس هذا التعبير قدرة الفرد على أداء المجهود بدون تراكم كميات زائدة من اللاكتيك فى الدم. كما تلعب الألياف العضلية دوراً هاماً فى الأداء فى السباحة، وسوف نتناول كل ذلك بالتفصيل فيما يلى :

أولاً : استهلاك الأكسجين Oxygen Consumption

يشير هذا المصطلح إلى كمية الأكسجين التى تستخدمها العضلات والأنسجة، ويقاس معملياً عن طريق حساب كمية الأكسجين الموجودة فى هواء الزفير خلال دقيقة واحدة من الزمن، ثم طرح هذه الكمية من هواء الشهيق أثناء نفس الفترة، والفرق بين الاثنين هو الكمية المستهلكة من الأكسجين عن طريق العضلات العاملة. وجميعنا يمتلك قدرة محدودة لاستهلاك الأكسجين وهذه القدرة تسمي بالحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين، ويرمز لها بـ Vo_2max وتؤكد البحوث العلمية أن الأفراد الذين يتمتعون بقدرة كبيرة على استهلاك الأكسجين، يكون أدائهم الرياضى بصفة عامة أفضل فى سباقات التحمل.

والمستوى المثالى للحد الأقصى يعادل ٢ لتر/دقيقة للإناث البالغين، ٣ لتر/دقيقة للذكور البالغين، وبالنسبة للرياضيين يتجاوز ٤ لتر/دقيقة للإناث، ٥ لتر/دقيقة للذكور.

ويجب أن يحسب الـ Vo_2max بعدد الملليلترات من الأكسجين المستهلك لكل كيلو جرام من وزن الجسم كل دقيق (*mL/Kg/Min*). ويتحدد ذلك بشكل أساسي وفق الاختلافات فى حجم الجسم. فمثلاً الشخص الضخم الذى يستهلك ٤ لتر الأكسجين كل دقيقة، ولكونه يمتلك عضلات كبيرة الحجم، فإن نصيب كل كيلو جرام من العضلات من الأكسجين سيكون أقل من الشخص الأقل حجماً الذى يمتلك نفس قدرة استهلاك الأكسجين.

فالشخص الذى يمتلك Vo_2 = ٤,٢لتر /دقيقة (٤,٢٠٠ ملليلتر / دقيقة)

ووزنه = ٧٠ كيلو جرام

∴ = $\frac{٤,٢٠٠}{٧٠}$ = ٦٠ ملليلتر / كيلو جرام / دقيقة .

وبما أن الحد المناسب للـ Vo_2max= ٣٥ ملليلتر/كيلو جرام/ق للإناث.

و أن الحد المناسب للـ Vo_2max= ٤٥ ملليلتر/كيلو جرام/للذكور .

وعلى ذلك فعند اختيار الإفراد الرياضيين، فإنهم يجب أن يتجاوزوا .

٦٠ ملليلتر/كيلو جرام/ق للإناث .

٨٠ ملليلتر/كيلو جرام/ق للذكور .

وفى الجدول التالى يوضح وليم ماك آردل وآخرون (٢٠٠٠) *W. McArdle, et al.* مستويات Vo_2max النسبى للذكور والإناث .

جدول (٣)

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين النسبي للذكور والإناث

وفقا للسن (Vo_2 *max ML. Kg. Min*)

أولاً : الذكور

م	الصفة	العمر					
		١٣-١٩	٢٠-٢٩	٣٠-٣٩	٤٠-٤٩	٥٠-٥٩	+٦٠
١	ضعيف جداً	أقل من ٣٥	أقل من ٣٣	أقل من ٣١,٥	أقل من ٣٠,٢	أقل من ٢٦,١	أقل من ٢٠,٥
٢	ضعيف	٣٨,٣-٣٥	٣٦,٤-٣٣	٣٥,٤-٣١,٥	٣٣,٥-٣٠,٢	٣٠,٩-٢٦,١	٢٦-٢٠,٥
٣	متوسط	٤٥,١-٣٨,٤	٤٢,٤-٣٦,٥	٤٠,٩-٣٥,٥	٣٨,٩-٣٣,٦	٣٥,٧-٣١	٣٢,٢-٢٦,١
٤	جيد	٥٠,٩-٤٥,٢	٤٦,٤-٤٢,٥	٤٤,٩-٤١	٤٣,٧-٣٩	٤٠,٩-٣٥,٨	٣٦,٤-٣٢,٣
٥	ممتاز	٥٥,٩-٥١	٢٥,٤-٤٦,٥	٤٩,٤-٤٥	٤٨,٠٠-٤٣,٨	٤٥,٣-٤١	٤٤,٢-٣٦,٥
٦	متفوق	أكبر من ٥٦	أكبر من ٥٢,٥	أكبر من ٤٩,٥	أكبر من ٤٨,١	أكبر من ٤٥,٤	أكبر من ٤٤,٣

ثانياً : الإناث

م	الصفة	العمر					
		١٣-١٩	٢٠-٢٩	٣٠-٣٩	٤٠-٤٩	٥٠-٥٩	+٦٠
١	ضعيف جداً	أقل من ٢٥	أقل من ٢٣,٦	أقل من ٢٢,٨	أقل من ٢١	أقل من ٢٠,٢	أقل من ١٧,٥
٢	ضعيف	٣٠,٩-٢٥	٢٨,٩-٢٣,٦	٢٦,٩-٢٢,٨	٢٤,٤-٢١	٢٢,٧-٢٠,٢	٢٠,١-١٧,٥
٣	متوسط	٣٤,٩-٣١	٣٢,٩-٢٩	٣١,٤-٢٧	٢٨,٩-٢٤,٥	٢٦,٩-٢٢,٨	٢٤,٤-٢٠,٢
٦	جيد	٣٨,٩-٣٥	٣٦,٩-٣٣	٣٥,٦-٣١,٥	٣٢,٨-٢٩	٣١,٤-٢٧	٣٠,٢-٢٤,٥
٥	ممتاز	٤١,٩-٣٩	٤٠,٩-٣٧	٤٠-٣٥,٧	٣٦,٩-٣٢,٩	٣٥,٧-٣١,٥	٣١,٤-٣٠,٣
٦	متفوق	أكبر من ٤٢	أكبر من ٤١	أكبر من ٤٠,١	أكبر من ٣٧	أكبر من ٣٥,٨	أكبر من ٣١,٥

نقلاً عن ملك آردل ، كاتش. كاتش (٢٠٠٠)

ويؤدى التدريب الرياضي إلى تحسن مستوى الـ **Vo_2max**، ومع ذلك، تشير البحوث أن الوراثة لها دور هام في تحديد مستواه ومقدار التحسن المحتمل عند ممارسة التدريب. وبمعنى آخر، فإن الوراثة تؤثر على الأداء في سباقات التحمل، وتشير الدراسات العلمية أن الزيادة المحتملة في مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين نتيجة الخضوع للتدريب تبلغ ١٠-٢٠٪ ويمكن أن تزيد إلى ٢٠-٤٠٪ إذا فقد الجسم الزيادة في دهونه أثناء التدريب، وعلى ذلك فالرياضي

المحظوظ يرث Inherit الميل نحو قدرة أكبر على استهلاك الأكسجين، وتعتبر هذه ميزة طبيعية له. وفيما يتعلق بتأثير الوراثة على الـVo_2max، فقد قام كليسوراز Klissouras بقياس السعة الهوائية لعدد (٢٥) زوج من التوأم، أعمارهم ما بين ٧-١٣ سنة، فوجد تشابها ملحوظا فى قدرتهم على استهلاك الأكسجين أثناء التمرين الرياضى، وهذا التشابه كان أكبر بين التوأم المتطابقة أحادية الخلية، Monozygous بالمقارنة بالتوأم ثنائية الخلية Dizygous، كما أشارت الدراسة إلى أن معدل ضربات القلب يتحدد أيضاً بنسبة ٨٦٪ وراثياً Geneticall.

تأثير التدريب الرياضى على الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين.

The effects of training on Vo_2max

يدخل الأكسجين جسم الإنسان بواسطة الجهاز التنفسى Respiratory System، وينتقل إلى العضلات عن طريق الجهاز الدورى Circulatory system ثم ينتشر داخل العضلات، وعلى ذلك فهناك ثلاثة أجهزة فسيولوجية لها دور مباشرة فى نقل الأكسجين للعضلات وهى:

١- الجهاز التنفسى .

٢- الجهاز الدورى .

٣- الجهاز العضلى .

وهذه الأجهزة ترتبط بالعديد من الميكانزمات التي يجب أن تأخذ فى الاعتبار عند تحديد أفضل أسلوب تدريبي لتنمية الـ Vo_2max. وعلى ذلك فإن التحسن فى استهلاك الأكسجين يتوقف على التحسن فى عملية انتقال الأكسجين بواسطة الجهاز الدورى، ويلاحظ أن الزفير عند ممارسة التمرين الرياضى يحتوى على نصف كمية الأكسجين التى أستنشقها الفرد.

التدريب البدنى وأثره على الوظائف الرئوية:

يؤثر التدريب الرياضى على الوظائف التنفسية والتى يمكن أن نستعرضها فيما يلى:

١- التهوية الرئوية: تحدث زيادة فى أقصى تهوية رئوية نتيجة الخضوع للتدريب. وتتمثل هذه الزيادة فى كل من حجم وعدد مرات التنفس.

٢- كفاءة التهوية: يسبب التدريب زيادة فى الكفاءة التنفسية. وهذا يعنى أن كمية الأكسجين المستهلك تكون أقل عند الرياضيين بالمقارنة بغير الرياضيين. فكلما زادت كفاءة التهوية وبصفة خاصة عند أداء مجهود طويل وشديد مثل الماراثون، فإن ذلك يؤدى إلى نقص فى الأكسجين الذى تتنفسه العضلات الهيكلية أثناء المجهود .

٣- عند قياس حجم الرئة فى وقت الراحة، وجد أنها تكون أكبر عند الأفراد المدربين عند مقارنتهم بغير الرياضيين، ويرجع ذلك إلى تحسن وظائف الرئة. بالإضافة إلى زيادة حجمها. ولكن الارتباط بين الأداء الرياضى وتغير حجم الرئة ارتباط ضعيف وغير دال .

٤- يمتلك الرياضيين نتيجة التدريب قدرة انتشار للأكسجين أكبر فى وقت الراحة وأثناء الممارسة الرياضية بالمقارنة بغير الرياضيين، وبصفة خاصة رياضى التحمل، ومن المعتقد أن سعة الانتشار الأكسجينى لكل (سم^3) لا تتأثر بشكل مباشر نتيجة التدريب. ولكن على العكس، فإن حجم الرئة الأكبر عند الرياضيين تزيد بدرجة كبيرة من عدد الشعيرات الهوائية فى المنطقة الخارجية للرئتين .

ويعد استهلاك الأكسجين أحد العوامل الهامة، أن لم يكن أهمها،

لتحديد أداء التحمل، حيث أن الزيادة في تزويد العضلات بالأكسجين يعطي مزيد من الطاقة اللازمة للتمثيل الغذائي حتى أن معدل تراكم اللاكتيك يكون أبطئ ويتأخر ظهور التعب.

التكيفات في الجهاز الدوري التي تساهم في زيادة مستوى الحد الأقصى للاستهلاك الأكسجين Circulatory Adaptations that increase the VO_2max

إن انتقال الأكسجين من الرئتين Lungs إلى العضلات له عدة مراحل، وكل مرحلة ممكن تغيرها بالتدريب، إن انتشار الأكسجين من الحجيرات الهوائية Alveoli بالرئتين إلى داخل مجرى الدم Blood stream يعتمد على عدد الشعيرات الدموية Capillaries الموجودة حول هذه الحجيرات، وعلى عدد خلايا الدم الحمراء المسئولة عن حمل الأكسجين، وعلى ذلك فالأكسجين داخل مجرى الدم يعتمد في سرعة انتقاله على سرعة تدفق الدم خلال الجسم وهو ما يسمى بالدفع القلبي Cardiac Output، وكذلك على مقدار الدم الواصل للعضلات العاملة- أي توزيع الدم المتدفق- وعندما يتشبع الدم بالأكسجين ويصل إلى الألياف العضلية العاملة، فإن كمية الأكسجين التي تنتشر داخل الخلايا العضلية تعتمد مرة أخرى على عدد الشعيرات الدموية الموجودة حول كل ليفة عضلية (كثافة الشعيرات)، بالإضافة إلى قدرة هذه الألياف على استخلاص الأكسجين من الدم.

لذا فإن ميكانزم تحسن انتقال الأكسجين إلى الألياف العضلية العاملة يرتبط بما يلي:

- زيادة الدفع القلبي.
- كثافة الشعيرات الدموية.
- توزيع الدم المتدفق.

- كمية الدم.
- عدد خلايا الدم الحمراء .
- بالإضافة إلى قدرة ألياف العضلة العاملة على استخلاص الأكسجين.

الدفع القلبى: Cardiac output

ويعرف بأنه كمية الدم التى يزود بها القلب والجهاز الدورى أنسجة الجسم. والقلب هو الأساس فى ضخ الدم للجهاز الدورى، فالجانب الأيمن من القلب يضخ الدم للرئتين حيث يحصل على أكبر قدر من الأكسجين ويعطى ثانى أكسيد الكربون، وعندئذ يذهب هذا الدم إلى الجانب الأيسر حيث يضخه للعضلات الهيكلية وأنسجة الجسم الأخرى، وأثناء مروره بالأنسجة يعطها الدم بعض الأكسجين- بالإضافة إلى الجلوكوز والأحماض الدهنية- ويأخذ ثانى أكسيد الكربون وحمض اللاكتيك.

ويحسب الدفع القلبى عن طريق حساب معدل ضربات القلب (عدد الضربات فى الدقيقة) وحجم الدم فى الضربة الواحدة (وهى كمية الدم المدفوعة من البطن الأيسر فى الضربة الواحدة)، وحساب مقدار الدم المدفوع من البطين الأيسر لأنه الدم الحامل للأكسجين للعضلات الهيكلية (وهو يعادل كمية الدم المدفوعة من الجانب الأيمن من القلب إلى الرئتين تقريباً).

ويتغير الدفع القلبى من الطبيعى الذى يبلغ ٥ لتر/دقيقة وقت الراحة إلى أكثر من ٣٠ لتر/دقيقة أثناء التدريبات القوية **Strenuous Exercise**، ويحسب مقدار الدفع القلبى النموذجى للنشاط الرياضى كالتالى:

معدل ضربات القلب = ١٨٠ ضربة /ق

مقدار الضربة الواحدة = ١٦٠ مليلتر دم/ضربة

∴ ١٨٠× ١٦٠ = ٢٨,٨٠٠ مليلتر دم/ق أو ٢٨,٨ لتر/ق



وتشير دراسة كلاوسين Clausen أن الدفع القلبى أثناء بذل الجهد يزيد بالتدريب الرياضى، بلغت هذه الزيادة ١٨٪، بينما تشير دراسة هارتلى وآخرون Hartley, et al. سالتين وآخرون Saltin, et al. أن التدريب الرياضى لا يسبب زيادة عند استخدام الأحمال الأقل من الأقصى. كما سجل بعض الباحثين فى دراساتهم حدوث نقص مثل دراسة كلاوسين، أكبلوم وآخرون Ekblom, et al.، هانسون وآخرون Hanson, et al.,.

وهذا التكيف الناتج عن التدريب يؤدى إلى زيادة مقدار الدم فى الضربة الواحدة Stroke volume ويبدو ذلك واضحاً مع المجهود الأقصى والأقل من الأقصى، ويلاحظ أنه مع المجهود الأقل من الأقصى يكون التكيف أكثر فى نقص معدل ضربات القلب، بينما يبقى الدفع القلبى فى مستواه الطبيعي، والجدول التالى يوضح تأثير التدريب على معدل ضربات القلب ومقدار الضربة الواحدة فى حالات المجهود الأقصى والأقل من الأقصى.

جدول (٤)
تأثير تدريب السباحة على معدل ضربات القلب ومقدار الضربة الواحدة

التوقيت	أقصى مجهود	مجهود أقل من الأقصي
قبل التدريب	المسافة: ٤٠٠ م سباحة / الوقت: ٤,٠٥ معدل القلب: ١٩٠ / مقدار الضربة: ١٤٠ ١٩٠× ١٤٠= ٢٦,٩٠٠ مليلتر / دقيقة أ، ٢٦,٩ لتر /دقيقة	٤٠٠م سباحة / ٤,٢٥٠ ١٧٠ /١٤٠ ١٧٠ × ١٤٠ = ٢٣,٨٠٠ مليلتر / دقيقة أ، = ٢٣,٨ لتر / دقيقة
بعد التدريب	المسافة: نفس المسافة / الوقت: ٣,٥٩ معدل القلب: ١٥٠ / مقدار الضربة: ١٦٠ = ٣٠,٤٠٠ مليلتر / دقيقة	نفس المسافة / نفس الزمن ١٤٧/١٦٠ = ٢٣,٥٢٠ مليلتر /دقيقة

ويذكر استراند ، رودهيل أن أقصى زيادة يمكن تحقيقها فى مقدار الضربة الواحدة هو ٤٠٪ من أقصى حد. ويري الخبراء أن أفضل طريقة لتحقيق ذلك هو التدريب الرياضى، وخاصة التحمل مثل سباحة المسافات الطويلة ، أو أداء مسافات قصيرة لعدد كبير من التكرارات بسرعة معتدلة.

كثافة الشعيرات الدموية Capillary Density

يحيط بكل ليفة عضلية شعيرات ، والتى تمتد لتكون الشرايين ، ويحمل الدم الأكسجين. وينتشر من هذه الشعيرات إلى داخل الألياف العضلية. ويأخذ الدم النفايات من داخل الألياف العضلية إلى الشعيرات. وهذه الشعيرات متناهية الصغر. وهى تسمح لجزئ واحد فقط من الأكسجين فى كل مرة، ومع ذلك فإن الزيادة فى عدد الشعيرات وخاصة التى تحيط بالألياف العضلية يزيد من الأكسجين الواصل لهذه الألياف.

ومن المحتمل أن يُزيد التدريب الرياضى من إجمالى عدد الشعيرات المحيطة بالألياف العضلية ويعارض ذلك بعض العلماء ويذكرون ان ما يبدوا أنه زيادة فى عدد الشعيرات الدموية إنما هو زيادة فى عدد (كثافة) الشعيرات المفتوحة غير العاملة. وفى الحقيقة أن بعض الباحثين لم يجدوا زيادة فى إجمالى عدد الشعيرات الدموية عند تطبيق دراستهم. ويعتقد أن ذلك قد يرجع إلى الطرق التى استخدموها فى عدّ الشعيرات الدموية ، ومن الملاحظ أنه عند عد مجموع الشعيرات الدموية فى كل منطقة محيطة بالعضلة فإن الزيادة الحقيقية الناتجة لا تظهر، كما أن فى الألياف الكبيرة التى تشغل حيزاً كبيرا فإن الزيادة فى عدد الشعيرات الدموية حول كل ليفة قد لا تلاحظ، وقد تبدوا بشكل إجمالى أنها أقل، ومع ذلك ، فعندما عُدّت الشعيرات الدموية لكل ليفة عضلية ، فإن الزيادة

فـى عددهـا تبدوا عادة بعد التدريب الرياضى. وقد أكد ذلك دراسة تيتل وآخرون **Tittle, et al.** ودراسة كارو، برون، فان هوز **(Carrow, Brown, Van Huss)** ودراسة هيرمانسين، وتشلوفا **Hermansen, Wachlova**.

وعلى ذلك فسواء كان العدد الإجمالى للشعيرات الدموية يزيد مع التدريب الرياضى أو أن الشعيرات غير العاملة التى ليس لها وظيفة **Nonfunctional** أصبح لها وظيفة فإن ذلك فى الواقع يعتبر موضوع بحثى، وفى جميع الأحوال فإن مزيد من الأكسجين سوف يصل إلى العضلات.

دفع الدم إلى العضلات العاملة Blood flow to working muscles

يحتوى جسم الإنسان على ٥ لتر من الدم تقريباً، فعند ما يكون الجسم فى حالة الراحة فإن إجمالى مقدار الدم يتوزع بدرجة متعادلة على جميع أنسجة الجسم. وفى حالة التدريب الرياضى، فإن كمية أكبر من الدم ترسل إلى العضلات العاملة، كما يقل تزود العضلات غير العاملة أثناء النشاط بالدم، ومثال ذلك، ففي حالة الراحة فإن ١٥-٢٠ ٪ من إجمالى مقدار الدم قد يذهب إلى العضلات الهيكلية. وأثناء التدريب البدنى، فإن ٨٥-٩٠٪ من إجمالى الدم يذهب إلى العضلات، وخاصة العضلات العاملة المشاركة فى هذا التدريب أو النشاط البدنى (ماتيوز، فوكس **Mathews, Fox**)، وعندئذ يحدث إعادة توزيع الدم لأن الشرايين التى تمد العضلات العاملة المنقبضة تأخذ كمية أكبر من الدم المحمل بالأكسجين، بينما الشرايين التى تخدم المناطق غير المشاركة فى المجهود تأخذ كمية أقل.

وتشير العديد من الدراسات أن كمية الدم المتدفقة للعضلات المشاركة فى النشاط الرياضى يزيد عند ممارسة التدريب ذو الشدة العالية (التمرين الأقصى)

وبالنسبة للتمرين الرياضى الأقل من الأقصى، فقد تناقضت المعلومات حول تأثيره على تدفق الدم إلى العضلات المشاركة فى هذا التمرين حيث أظهرت دراسات بعض الباحثين أن هناك نقص فى الدم المتدفق للعضلات، بينما يشير البعض الآخر إلى وجود زيادة فى الدم المتدفق للعضلات العاملة ففى إحدى الدراسات وجد بعد القيام بالتدريب البدنى أن كمية الدم المتدفقة للعضلات العاملة تقل بنسبة ١٥٪ أثناء العمل البدنى الأقل من الأقصى ويزيد بنسبة ٨,٦٪ أثناء أداء المجهود الأقصى (كلاوسين وآخرون)، بينما فى دراسة أخرى وجد أن تدفق الدم للعضلات العاملة تزيد بنسبة ٥٦٪ أثناء المجهود الأقصى وبنسبة ٢٥٪ أثناء المجهود الأقل من الأقصى (سيمونز، شيبرد)؛ وتشير دراسات أخرى أن زيادة الدم المتدفق إلى العضلات العاملة عند ممارسة التمرين بمجهود أقل من الأقصى (سلتين وآخرون **Saltin, et al.**).

وقد ترجع زيادة تدفق الدم للعضلات العاملة أثناء المجهود الأقصى إلى زيادة الدفع القلبى، وزيادة كثافة الشعيرات الدموية، وربما إلى زيادة مرونة الأوعية الدموية (الشرايين والأوردة) ومن الصعب تفسير نقص تدفق الدم إلى العضلات العاملة عند المجهود الأقل من الأقصى، وقد يعنى ذلك أن ألياف عضلية تكون مطلوبة لأداء نفس كمية العمل عند التدريب، ويمكن أيضاً تفسير ذلك بزيادة كمية الأكسجين التى تستخلصه العضلات، ومع زيادة الأكسجين المستخلص يقل مقدار الدم المطلوب. وعلى ذلك فإن التكيف مع التدريب يزيد من الأكسجين المنقول للعضلات بدون زيادة عمل القلب.

حجم الدم وخلايا الدم الحمراء Blood Volume and red blood cells

إن الرياضيين المدربين جيدا يكون لديهم بصفة عامة زيادة فى الحجم الإجمالى للدم، ومزيد من عدد خلايا الدم الحمراء بالمقارنة بالأفراد الغير رياضيين.

وتحتوى خلايا الدم الحمراء على الهيموجلوبين، ومعظم الأكسجين يُحمل عن طريق الدم الذى يحمله متحدا مع الهيموجلوبين، ومع ذلك يعتقد أن زيادة الهيموجلوبين يزيد من كمية الأكسجين المحمولة فى الدم، وتشير البحوث أن النقص فى كمية الهيموجلوبين يقلل من استهلاك الأكسجين، ويذكر العلماء أن كمية الهيموجلوبين تكون طبيعية فى المناطق التى فى مستوى سطح البحر ويكون تشبع الدم بالأكسجين كاملا فى هذه المناطق، ومع ذلك يعتقد العلماء أن زيادة الهيموجلوبين لا يمكن أن تزيد من الأكسجين المخزون، كما يشيرون إلى أن النقص فى تشبع الدم بالأكسجين أثناء التمرين البدنى يمكن تعويضه بزيادة الأكسجين المستخلص عن طريق العضلات العاملة.

وعلى الرغم مما تشير إليه هذه الدلالات إلا أن هناك احتمال أن تكون الزيادة فى الأكسجين المستخلص لا يمكن أن تعوض النقص فى تشبع الدم بالأكسجين، وبصفة خاصة أثناء المجهود الرياضى الأقصى. وبالطبع فإنه فى المناطق المرتفعة عن سطح البحر يقل تشبع الهواء بالأكسجين، وهذا ما يسمى بنقص الأكسجين **Hypoxia**، ويذكر كول وآخرون أن أفضل أداء رياضى يرتبط بزيادة الأكسجين فى خلايا الدم الحمراء وكذلك زيادة خلايا الدم الحمراء ذاتها. كما أن زيادة كمية الهيموجلوبين يمكن أن يحسن مستوى الأداء الرياضى، وفى حالة نقص الهيموجلوبين بالدم فإن مستوى الأداء سوف يضعف بالتأكيد كما أنه يمكن أن يحدث حالة الأنيميا فى حالة النقص الشديد فى الهيموجلوبين. ويمكن التغلب عليها عن طريق تناول الأغذية التى تحتوى على كميات كافية من الحديد.

ويشير علماء فسيولوجيا الرياضة إلى أن أهمية زيادة مقدار الدم بعد

ممارسة التدريب الرياضى ترجع إلى زيادة بلازما الدم التى يصاحبها زيادة فى خلايا الدم الحمراء، ويمكن أن يصبح الدم أكثر لزوجة **Viscous** والتى يكون لها تأثير على تقليل معدل تدفق الدم.

ويحدث فى بعض الحالات أن الزيادة فى مقدار البلازما يكون أكبر من الزيادة فى خلايا الدم الحمراء عند التدريب فيتحسن معدل تدفق الدم وهذا ما يقلل من نسبة الخلايا الحمراء فى الدم مما يسبب حالة الأنيميا عند الرياضيين وهذه الحالة تعرف بالأنيميا الكاذبة أو الأنيميا الرياضية **False Anemia**. لأن الزيادة فى مقدار البلازما سوف يجعل تركز خلايا الدم الحمراء فى البلازما تقل نسبياً علماً بأن التدريب يزيد بشكل أساسى من إجمالى عدد خلايا الدم الحمراء، وتشير قليل من الدلائل أن أفضل وسائل التدريب لتحقيق الزيادة فى مقدار الدم وفى خلايا الدم الحمراء هو استخدام سباحة المسافات المتوسطة ذات الشدة العالية والمعتدلة مع استخدام فترات من الراحة القصيرة.

تكيفات الخلايا العضلية لتحسين استهلاك الأكسجين
Adaptations in Muscle cells that improve oxygen consumption

ينتشر الأكسجين من خلال غشاء الخلية إلى الخلايا العضلية، حيث ينتقل إلى الميتاكوندريا من خلال سركوبلازم الخلايا عن طريق الميوجلوبين **Myoglopin** حيث يستخدم الأكسجين فى الميتاكوندريا فى تمثيل حمض البيروفيك أثناء دورة حمض الستريك، وعلى ذلك فإن زيادة محتوى العضلات من الميوجلوبين وفى الميتاكوندريا يزيد أيضاً من استخلاص الأكسجين.

وتشير الدراسات والبحوث العديدة ان التدريب البدنى الشديد يؤدى إلى زيادة كلا من حجم وعدد الميتاكوندريا (مورجان وآخرون **Morgan et al.**،

كيسلنج، بيل، لوندكويست (Kiessling, Piehl, Lundquist)، كما يبدو أن كمية الميوجلوبين تزيد أيضاً مع تدريب التحمل، كما يزيد أيضاً نشاط أنزيمات معينة مستقرة فى الميتاكوندريا والمرتبطة بالتمثيل الهوائى عند استخدام تدريبات التحمل. وتعمل هذه الأنزيمات على تنظيم عملية أكسدة حمض البيروفيك وأيونات الهيدروجين إلى أكسجين (Co_2) وهيدروجين (H_2O).

إن زيادة نشاط الأنزيمات وزيادة حجم وعدد الميتاكوندريا بالتدريب الرياضى يعمل على زيادة معدل عملية الجلكزة الهوائية Aerobic Glycolysis، وبالتالى يقل الاحتياج إلى الحلكزة اللاهوائية، مما يؤدى إلى تأخر ظهور التعب.

إن نشاط أحد الأنزيمات الموجودة فى الميتاكوندريا مثل أنزيم سوكينت دى هيدروجين (نازع الهيدروجين)SuccinateDehydrogenate يزيد بعد التدريب البدنى بنسبة ما بين ٣٨-٩٥٪ عند الإنسان، كما يصاحب هذه التكيفات مع التدريب البدنى تحسن فى استهلاك الأكسجين، والتفسير المقبول لذلك هو زيادة معدل الجلكزة الهوائية الناتجة عن زيادة عدد وحجم الميتاكوندريا، بالإضافة إلى نشاط أنزيمات الميتاكوندريا، مما يسبب زيادة استخدام الأكسجين، وهذا يقلل من الضغط الجزئي للأكسجين عندما يزداد انتشاره داخل الخلية، ويكون انتقال الأكسجين إلى الميتاكوندريا عن طريق اتحاده مع الميوجلوبين.

وتشير الدراسات أن زيادة عدد وحجم الميتاكوندريا، وزيادة نشاط أنزيمات الميتاكوندريا، وزيادة استهلاك الأكسجين تكون كبيرة عند ممارسة التدريب الرياضى ذو الفترات الطويلة (التحمل)، وتكون أقل عند استخدام تدريبات السرعة، وهذه النتائج ليست مفاجئة لأن استخدام العمل البدنى السريع يسبب تراكم حمض اللاكتيك بالدم والعضلات، ويقل ذلك بدرجة كبيرة عند

زيادة معدل الجلكزة الهوائية، ويجب أن نتذكر أن هذه الزيادات فى حجم وعدد الميتاكوندريا وكذلك نشاط الأنزيمات يحدث فقط فى الألياف العضلية التى استخدمت فى عمليات التدريب الرياضى، وهذه الحقيقة أثبتتها عديد من الدراسات والبحوث، ولتطبيق هذه الحقيقة فى مجال السباحة. وتحقيق تحسن عملية استخلاص الأكسجين عن طريق العضلات فمن الضرورى أن يتشكل التدريب باستخدام نفس الطريقة السباحة التى تستخدم فى المنافسات مع أدائها بعديد من التكرارات حتى نتأكد بذلك من أن نفس الألياف العضلية المستخدمة فى المنافسة هى التى تم تدريبها.

أهمية الميوجلوبين فى استهلاك الأكسجين

The importance of Myoglobin to Oxygen consumption

يعرف الميوجلوبين بأنه صبغ أحمر اللون يوجد فى كاتوبلازم الخلايا العضلية. ويتكون اللون الأحمر من الحديد الداخل فى تكوين الدم، والذى يعتبر جزء من تكوين الميوجلوبين، ويحمل الميوجلوبين الأكسجين ويتحد مع الهيماتين (صبغ ينشئ من إنحلال الهيموجلوبين) فى صورة مشابه للأكسجين المتحد مع هيموجلوبين الدم. ويوجد الميوجلوبين بكميات كبيرة فى الألياف العضلية البطيئة ويعطيها اللون الأحمر الداكن الواضح بالمقارنة باللون القرنفلى الباهت للألياف العضلية السريعة حيث أن محتواها من الميوجلوبين أقل.

وللميوجلوبين وظيفتين رئيسيتين فى عمليات التمثيل (الأيض) داخل الجسم هما:

١- أنه يحمل الأكسجين من الكاتوبلازم فى خلايا العضلة إلى الميتاكوندريا.

٢- أنه يستخدم كمخزن لكميات صغيرة من الأكسجين.

وتعتبر الزيادة فى معدل انتقال الأكسجين عن طريق الميوجلوبين إلى



الميتاكوندريا هامة وضرورية فى سباقات المسافات المتوسطة والطويلة، فيزيد معدل التمثيل الهوائى، وبالتالى تزيد أكسدة المزيد من حمض البيروفيك وأيونات الهيدروجين مع قلة فى إنتاج اللاكتيك، ويساعد استخدام تدريب التحمل فى زيادة معدل انتقال الأكسجين وذلك عن طريق زيادة كمية الميوجلوبين التى تحمل الأكسجين.

ويعتقد البعض أن وظيفة الأكسجين المخزون غير هامة، لأن التمرين البدنى يعمل على تخزين كمية ضئيلة تصل إلى ٢٤٠ مليلمتر تقريبا من الأكسجين فى العضلات، وهذا الأكسجين يمكن أن ينتقل إلى الميتاكوندريا خلال الثواني الأولي من ممارسة التمرين البدنى وذلك قبل أن يبداء انتقال الأكسجين من الجو الخارجى المحيط **Atmosphere** إلى العضلات، ومع ذلك فهذه الكمية الصغيرة يمكن أن تقلل من إنتاج حمض اللاكتيك لعدة ثواني قليلة مما يكون له تأثير ولو بسيط على نتائج سباقات المسافات المتوسطة والطويلة.

وقد يلعب الميوجلوبين المحتوى على الأكسجين دوراً هاماً فى نجاح سباحى السرعة **Sprinters** فى تحقيق الفوز، لأن أى زيادة فى محتوى الميوجلوبين قد يحسن عملية التزود بالأكسجين اللازم فى المراحل المبكرة من سباقات السرعة نتيجة تقليل إنتاج حمض اللاكتيك خلال العشر ثوان الأولى الهامة من السباحة والتى خلالها تظهر نتائج السباق بين الفوز والهزيمة.

ولم يتناول العديد من الباحثين تأثير التدريب الرياضى على محتوى الميوجلوبين فى العضلات، وعلى ذلك فإن أفضل أشكال التدريب غير معروفه ولم تحدد بعد، ولكن استخدام السباحة بسرعة أقل من الأقصى مع راحات بينية قصيرة غالبا ما تؤثر فى هذا الغرض، وهذا النوع من التدريب يجعل نظام انتقال

الميوجلوبين إلى الميتاكوندريا في أفضل صورة، ومن ناحية أخرى فإن السرعة القصوي ذو الشدة العالية تكون أقل تأثيراً في هذا الشأن لأنها تؤدى إلى تراكم حمض اللاكتيك قبل أن يبدأ التمثيل الهوائي في زيادة كفاءة انتقال الميوجلوبين.

إن الراحة البينية الفترية القصيرة بين تكرارات السباحة والتي لا تزيد عن ١٠–٢٠ ثانية تؤدى إلى زيادة كمية الميوجلوبين في العضلات، ويتم ذلك بصفة خاصة في حالة التكرارات لمسافات قصيرة ما بين (٢٥–٥٠متر) وراحات أطول مما يزيد من تزود العضلة بـ CP مرة أخرى، وهو الذى يجعل الأكسجين ينتقل إلى الميتاكوندريا عن طريق الميوجلوبين، ويؤكد هولوسوزي أن الزيادة في الميوجلوبين تحدث فقط في العضلات التي يتم تدريبها، ولذا نقول إن استخدام السباح لسباحته المفضلة كثيرا أثناء التدريب يعتبر أفضل طريق لتأكيد حدوث أقصى تحسن.

مفهوم العوامل المحددة (المؤثرة) في الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين

The concept of limiting factors in Vo_2max

إن جميع الميكانيزمات يمكن أن تتحسن بالتدريب الرياضي. ومع ذلك ليست جميعها متعادلة في درجة أهميتها في عمليات التدريب، وتعرف هذه الميكانيكات بالعوامل المحددة، وهي العوامل الأكثر تأثيراً على جهد التدريب والتي يجب أن تتركز عليها عملية التحسن دون الميكانيزمات الأخرى داخل سلسلة عملية التمثيل للطاقة، ونحن نعرف أن هناك ثلاث أجهزة فسيولوجية رئيسية ترتبط بعملية انتقال الأكسجين وهي:

١– الجهاز التنفسي .

٢– الجهاز الدوري .

٣– الجهاز العضلي .

والجهاز التنفسي ليس مستهلكا للأكسجين، ولكنه ينقل الأكسجين إلى الجهاز الدورى، وفى حالة استخدام تمرينات القوة فإن الفرد يخرج أثناء الزفير أكثر من نصف الأكسجين الذى يستنشقه، لذا فإن جميع عمليات التنفس مثل السعة الحيوية Vital Capacity، وكذلك عدد الحجيرات الهوائية لا تعتبر عوامل محدودة، بينما الجهاز الدورى والجهاز العضلى لهما أهمية.

وحتى وقت قريب كان يعتقد أن الجهاز الدورى هو الرباط الضعيف فى سلسلة انتقال الأكسجين. ويعتقد الخبراء أن القلب لا يستطيع نقل الأكسجين إلى العضلات بأسرع مما تحتاجه أثناء النشاط البدنى، ومع ذلك فهناك دراسة شاملة أجريت لتحديد تأثير معظم طرق التدريب على زيادة انتقال الأكسجين عن طريق الدم، وقد أشارت النتائج إلى أن طريقة تدريب التحمل هى طريق التدريب الأولى.

ولذا فإن الجهاز الدورى هو العامل المحدد الرئيسي فى أداء تدريب التحمل، وقد لاقى ذلك اعتراضات بعض الباحثين فى الوقت الحالي، لأنهم يعتقدون أن قدرة الخلايا العضلية على استخلاص الأكسجين من الدم هو الرباط الضعيف فى السلسلة. وبني هذا الاعتقاد على أساس أنه من المعروف أنه أثناء تدريب القوة لا تستطيع العضلات استخلاص كل الأكسجين الذى ينقل إليها عن طريق الجهاز الدورى، لأن كمية أكبر من الأكسجين تكون قد تحولت إلى العضلات بكمية أكبر مما تمتصه، مما يجعل استخلاص الأكسجين بواسطة العضلات هو العامل المحدد للأداء، وليس انتقال الأكسجين إلى العضلات. كما يعتقد بعض العلماء أن انتقال الأكسجين عن طريق الجهاز الدورى هو العامل المحدد الرئيسي لتدريب التحمل.

ويرى بالك أن انقباض الألياف العضلية يستخلص كل الأكسجين من الدم

المـار بها ويستطيع الحصول على المزيد إذا تيسر ذلك، كما يعتقد إلى حد بعيد أن بقـاء الأكسجين فى الدم بعد أن يترك العضلات يكون محملاً بخلايا الدم الحمراء التى تمـر بالألـياف العضلية غـير المنقبضـة، لـذا فإن ذلك يبرر أن معدل انتقال الأكسجين عن طريق الدم وليس الاستخلاص عن طريق العضلات مازال هو العامل المحدد.

وفـى الوقـت الحاضـر اتخذ العلماء ثلاث مواقف فى هذا الشأن، البعض يصـر عـلى أن الجهـاز الدورى هو العامل المحدد الرئيسى فى تدريبات التحمل، والبعض الآخر اتخذ موقفاً معتدلاً حيث يذكرون أن ٥٠٪ من الزيادة فى استهلاك الأكسجين (Vo_2) الناتج عن التدريب يكون العامل الرئيسى فيها الجهاز الدورى، بينما الجزء المتبقى ينتج عن زيادة استهلاك الأكسجين بواسطة العضلات والبعض الآخـر مـازال يعـتقد أن التحسـن فـى اسـتخلاص الأكسـجين عـن طريق الخلايا العضـلية هـو المسـئول الرئيسـى عن هذه الزيادة، ونحن نعتبر هذا الجدل هام فى التدريب ولا يضر.

ومـن المعـروف أن التدريـب يؤثـر فـى الجهاز العضلى، وخاصة الألياف الـتى تم تدريـبها، ونحن لا نستطيع أن نحدد أن الألياف العضلية التى تستخدم فـى السـباحة مـثلاً هـى التى تستخدم أيضاً فى غيرها من الأنشطة مثل الجرى، ولـذا فالتدريـب بأشـكال أخـرى غير السباحة يكون إجراء موضع شك، حتى أنه بالنسبة لطرق السباحة المختلفة، لا يوجد دليل على أن العمل العضلى فيها يكون بـنفس الألـياف العضـلية: ولـذا يفضـل عند التدريب استخدام السباحة الرئيسية بكثرة، كلاً حسب سباحته وتخصصه.

وهـنا يتـبادر للأذهـان أنـنا يجـب أن نؤيـد فكرة أن التدريب المتخصص

لا يؤثر على تنمية التحمل، وأنه يجب أن نركز فقط على السباحة المستخدم فى المنافسة وبنفس سرعة الأداء فيها!.. وهنا نقول أن تنوع قدرة الفرد على الأداء باستخدام التدريب المتنوع يعتبر عاملاً هاماً يجب أن يأخذ فى الاعتبار، لذا ينصح السباحين بالتدريب على السباحات الأخرى وبصفة خاصة السباحة الرئيسية.

ثانياً : العتبة الفارقة اللاهوائية : المفهوم الجديد للتدريب .
The Anaerobic Threshold : A New Training concept

يرمز للعتبة الفارقة اللاهوائية بـ AT، وهو مصطلح يشير إلى شدة التمرين المستخدم، حيث يكون معدل انتشار اللاكتيك فى مجرى الدم قد جاوز معدل انتقاله من الدم.

وفى الحقيقة فإن استخدام هذا المصطلح خاطئ وغير معبر تعبيراً صادقا فى التسمية، لأن التمثيل اللاهوائى يتم قبل أن تحدث العتبة اللاهوائية، ومع ذلك فإن إنتاج حمض اللاكتيك فى العضلات يعمل على منع ارتفاع نسبة تركيزه فى الدم بدرجة كبيرة أكثر من الطبيعى وذلك نتيجة ما يلى:

١– زيادة فعالية عملية التمثيل الهوائية بالعضلات؛ مما يقلل من الحاجة إلى التمثيل اللاهوائى.

٢– يتم التمثيل لحمض اللاكتيك فى العضلات المشتركة فى النشاط.

٣– انتشار اللاكتيك داخل الألياف العضلية المجاورة والتى لا تعمل (الغير مشتركة فى الأداء).

٤– أن ينتقل اللاكتيك من الدم إلى القلب والكبد والعضلات الأخرى بصورة أسرع من معدل تراكمه فى العضلة.

وهنا نقول أن إنتاج اللاكتيك عندما يتجاوز تلك العمليات السابقة كوسائل للتخلص منه، فإن العتبة الفارقة اللاهوائية تظهر فى هذه الحالة.

وتعبر العتبة اللاهوائية عن النسبة المئوية لاستهلاك الأكسجين، حيث يزيد ظهور اللاكتيك فى الدم. ويذكر كوستل **Costill**، ماك دوجال **McDougall**، لوندرى **Londeree** أن الرياضيين ذو المستوى العالى من التحمل يصلون للعتبة الفارقة عندما يكون استهلاك الأكسجين لديهم بنسبة ٨٥-٩٠٪ من أقصى قدرة لهم، بينما تكون عند غير الممارسين للنشاط الرياضى عند مستوى ٥٠-٦٠٪ من الـ **Vo_2max** الخاصة بكل منهم ويقرر لوندرى فى دراسته أن الـ**AT** لدى أحد الأفراد من غير المدربين كانت ٣٨٪ من الـ**Vo_2max**، وكانت لدى المدربين جيداً فى رياضات السرعة ما بين ٧٠-٧٥٪ من الـ**Vo_2max**.

ويرجع الاختلاف فى الـ **AT** بين رياضيى التحمل ورياضيى السرعة إلى أشكال التدريب التى يستخدمها كل منهم أو اختلاف العوامل الوراثية مثل نسبة الألياف العضلية السريعة والبطيئة، علماً بأن الألياف العضلية البطيئة لديها قدرة أكبر على التمثيل الهوائى عن الألياف السريعة المتممة لها فى العضلة الواحدة.

فالرياضيين ذوى الألياف السريعة بنسبة أكبر تنتج اللاكتيك بصورة أقل أثناء أداء العمل العضلى، ولم يتأكد حتى الآن-لسوء الحظ- نسبة مساهمة التدريب والعوامل الوراثية فى العتبة الفارقة اللاهوائية.

ولتفسير أهمية ارتفاع مستوى **AT**، فقد أوضح ماك دوجال فى دراسة على سباحة المنافسات، فيذكر أنه لو كان هناك اثنين من الرياضيين مستوى الـ**Vo_2max** لديهم ٥,٠٠ لتر/ق عند السباحة بسرعة تتطلب منهم استهلاك أكسجين عند مستوى ٨٥٪ من الـ**Vo_2max**، فإن الرياضى الذى لديه **AT** تعادل

أو أكبر من هذه النسبة سيكون قادراً على المحافظة على سرعته فترة أطول.

وذلك بسبب قلة كمية حمض اللاكتيك المتراكمة فى العضلات العاملة، كما ستزيد الاكاسيد فى العضلات عند الفرد الأخر الذى عنده مستوى الـ**AT** منخفضة لأنه ينتج حمض اللاكتيك بصورة أكبر وسوف لا يكون الدم لديه قادراً على نقل اللاكتيك والأكاسيد بسرعة. وبالتالى سوف تقل سرعة أداءه عند السباحة ولا يستطيع المحافظة على سرعته مثل زميلة الأول.

إن استخدام التدريبات التى تعمل على تحسين الـ**AT** تكون هامة جداً فى التكيف مع التدريب لتطوير مستويات الأداء فى سباقات المسافة وتحسن مستوى الـ**AT** يعكس ارتفاع مستوى الـVo_2max، وكذلك نقص إنتاج حمض اللاكتيك فى العضلات العاملة وكذلك زيادة معدل انتقاله من العضلات إلى الدم، ويرتبط ذلك بثلاث عمليات فسيولوجية.

إن العلاقة بين التحسن فى مستوى الـ **AT**، Vo_2max واضحة، فإذا زادت قابلية الفرد الرياضى لاستهلاك المزيد من الأكسجين عند أقصى حمل، فإن الكمية المستهلكة من الأكسجين عند الأحمال الأقل من الأقصى تزيد أيضاً، كما يقل بالتالى معدل إنتاج اللاكتيك عند جميع مستويات النسبة المئوية الأقل من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين.

إن أهمية زيادة معدل انتقال اللاكتيك من العضلات إلى الدم تعادل أهمية الـ **AT** ويبدو أن الفرد ذو الـVo_2max الأقل، يكون أقل قدرة على العمل بمعدلات أكبر لاستهلاك الاكسجين من الفرد الرياضى الآخر ذو الـVo_2max الأكبر، وبدون تراكم لمزيد من حمض اللاكتيك، وفرضاً **Presumably** فالتأثير الناتج عن زيادة معدل انتقال اللاكتيك يجعل الأفراد الرياضيين يحافظون على سرعتهم أثناء الأداء

على الرغم من نقص قدرتهم على استهلاك الحد الأقصى من الأكسجين، وأثبتت هذه الحقيقة خلال الدراسة التى أجرها كوستل على العداء دارك كلاتون **Derek Clayton** وهو عداء ماراثون، فكان مستوى Vo_2max لديه أقل من زملائه الآخرين المساويين له فى زمن السباق، ولكنه لديه قدرة على الجرى عند مستوى ٩٠٪ من أقصى Vo_2 وبدون تراكم لمزيد من اللاكتيك، وزملائه الآخرين ذو القدرات الأكبر فى استهلاك الأكسجين لم يكونوا فى نفس سرعته لأنهم كان أدائهم عند مستوى ٨٠٪ من الـ Vo_2max أو أقل.

والمثال التالى يوضح كيف يمكن أن يكون ارتفاع مستوى الـ**AT** معوضاً عن **Compensate** انخفاض مستوى الـVo_2 .

رياضى " أ "	رياضى "ب"
الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (Vo_2max) = ٧٠ مليلتر/ كيلو جرام/ دقيقة	الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (Vo_2max) = ٨٠ مليلتر / ك م /ق
العتبة الفارقة اللاهوائية **AT** = ٩٠٪ من مستوى الـ Vo_2max	العتبة الفارقة اللاهوائية **AT** = ٧٠٪ من مستوى الـVo_2max

فعند السرعة التى تتطلب استهلاك الأكسجين ٦٠ مليلتر /ك جرام /ق. فإن كلا العداءين سوف يكون أدائهم كما يلى بالنسبة للـVo_2max

٦٠ ÷ ٧٠ = ٨٦٪

٦٠ ÷ ٨٠ = ٧٥٪

أذن هذا الرياضى " أ " يمكنه أن يؤدى المجهود الرياضى عند مستوى ٨٦٪ من الـVo_2max وهى أقل من مستوى الـ **AT** الخاصة به .

أما العداء "ب" يمكن أن يعدو عند ٧٥٪ تقريبا من الـVo_2max وهى أكبر من الـ**AT** الخاصة به .

ولذا فإن الـ AT أصبحت مفهوم حديث للتدريب، ويشير فوكس أن أداء مجهود التدريب الفترى لمدة دقيقتين، وتكرر سبع مرات بينها (٩٠ث) راحة بينية تقريباً، فإن هذا يؤثر على تقليل تراكم المزيد من حمض اللاكتيك فى الدم.

وفى الحقيقة فإنه من المعتقد أن أداء مسافات طويلة عند مستوى الـ AT تعتبر نوع من التدريب الهوائى والذى قد يكون له تأثير كبير على الأداء ونقص تراكم اللاكتيك، ومن المحتمل أن أى حمل تدريب يسبب زيادة فى تراكم حمض اللاكتيك فى الدم سوف يؤدى إلى تحسن مستوى الـAT. ويرى الخبراء أن أفضل أسلوب تدريب لتحسن مستوى الـ AT هو أداء أفضل مسافة يسبحها الفرد بسرعة أقل من الأقصى، وتكرارها مع راحة بينية قصيرة وبالتالي يكون الإجهاد هنا قليل Less strain .

ثالثاً : أهمية الألياف العضلية البطيئة والسريعة للسباحين.

The Significance For Swimmers Of Slow Twitch And Fast Twitch Muscle Fibers.

بدأت عملية دراسة الألياف العضلية بأخذ شريحة من العضلة Muscle biopsy فى السويد، من أجل تحديد فسيولوجية العمل البدنى للحركة، وللتعرف على التأثير المباشر للتمرين العضلى Exercise وللتدريب الرياضى Training على العضلات وأليافها.

فالعضلات الكبيرة مثل العضلة الدالية Deltoid والجانبية الظهرية Latissmus Dorsi والسمانة Gastroenemius فيأخذ منها الشريحة Biopsied، وتأخذ العينة من العضلة بأبرة الوخز Biopsy needle وتحفظ بالتجميد، وتفحص العينات تحت الميكروسكوب الإلكترونى، ومن خلال هذه الإجراءات يمكن تحديد ما يلى:

١- الأنواع المختلفة للألياف داخل العضلة.

٢- حجم هذه الألياف.

٣- كمية الجليكوجين الموجود بالعضلة.

٤- محتوى العضلة من ATP-CP.

٥- نشاط الأنزيمات داخل العضلة.

وتظهر عملية الشريحة العضلية محتوى العضلة من الألياف الأساسية وهما:

- الألياف البطيئة وتبدو حمراء.
- الألياف السريعة وتبدو باللون القرنفلي الباهت.

بالإضافة إلى الأنواع الفرعية العديدة للألياف العضلية السريعة.

خصائص الألياف العضلية السريعة والبطيئة

The properties of fast twitch and slow twitch muscle fibers.

تسمى الألياف السريعة (FT) لأنها تنقبض بسرعة (٣٠ -٥٠ مرة فى الثانية الواحدة) أما الألياف البطيئة (ST) فتنقبض ببطء (١٠-١٥ مرة فى الثانية). وهناك اختلاف آخر بين النوعين، وهو قدرتها على العمل بتحمل أو بقوة مميزة بالسرعة (القدرة Power)، فالألياف العضلية البطيئة تحملها أكثر لأن لديها قدرة أكبر على التمثيل الهوائى، وليس لديها قدرة كبيرة على التمثيل اللاهوائى، بالإضافة إلى أن الألياف العضلية السريعة تؤدى عملها بقدرة أكبر على تمثيل الطاقة لاهوائيا ولكن التعب فيها يظهر بسرعة لأن قدرتها على التمثيل الهوائى محدودة.

وقدرة الألياف العضلية البطيئة على التمثيل الهوائى تنتج من عدة عوامل نذكرها فيما يلى :-

١- محتواها من الميوجلوبين والذى له القدرة على تمثيل من ٢-٥ ضعف ما يوجد فى الألياف السريعة (كيل، دول، كيبلر، **Kenl, Doll,Keppler**) والميوجلوبين هو الذى يجعل الألياف البطيئة ذات لون أحمر.

٢-تحتوى الألياف البطيئة على كمية أكبر من الميتاكوندريا بالمقارنة بالألياف الأخرى، كما أن لها نشاط أكبر فى الأنزيمات الهوائية المستقرة داخل الميتاكوندريا، وهذا قد يمنع تراكم اللاكتيك عن طريق أكسدة المزيد من البيروفيك.

٣-تحتوى هذه الألياف أيضاً على مزيد من الشعيرات الدموية حول كل ليفة عضلية وهذا يؤدى إلى زيادة معدل انتشار الأكسجين داخل الألياف وكذلك زيادة معدل الفضلات **Waste** الناتجة إلى خارج الألياف.

٤-تحتوى الألياف البطيئة "**ST**" على مركبات عضوية دهنية **Lipid** أكبر، كما أن نشاط الأنزيمات المرتبطة بعملية تمثيل هذه المركبات الدهنية أكبر وهذا يجعل الألياف البطيئة تعتمد بدرجة أقل على عملية الجلكزة، وكذلك محافظتها على الجليكوجين الموجود بالعضلة.

أما الألياف السريعة "**FT**" فإن لها قدرة لاهوائية أكبر للأسباب التالية:

١- على الرغم من أن محتوى نوعى الألياف العضلية البطيئة والسريعة من الـ**ATP**، والجليكوجين متماثل، فعلى الرغم من ذلك، فإن الألياف السريعة تحتوى على مزيد من **Creatine Phosphate (CP)** كما أن نشاط أنزيماتها المرتبطة بتحرر الطاقة من **ATP-CP** أكبر كذلك. وهذا يفسر لماذا الألياف السريعة يمكنها أن تنقبض أسرع خلال الـ١٠-٢٠ ث الأولى من التمرين البدنى.

٢- نشاط أنزيماتها المرتبطة بعملية الجلكزة اللاهوائية أكبر بالمقارنة بأنزيمات الألياف البطيئة، وهذا يجعل الألياف السريعة تنقبض بأقصى سرعة أو قريب منها لأطول فترة ممكنة.

٣- تحتوى الألياف السريعة على حوالى ١٢٪ زيادة من البروتين الإجمالى وكميات أكبر من السركوبلازم Sarcoplasmic (Ca^{++}) بالمقارنة بالألياف البطيئة. والسركوبلازم يعمل على تقوية الانقباض العضلى، والكمية الزائدة منه تساعد على سرعة الانقباض أيضاً.

ومعظم العضلات تحتوى على النوعين من الألياف البطيئة والسريعة. وتختلف نسبة كل منهما حسب نوع العمل العضلى الذى تؤديه العضلة، ومثال على ذلك فالعضلات الباسطة تتجه إلى أن تحتوى على نسبة أكبر من الألياف البطيئة، ووفقاً لذلك فهى حمراء اللون، أما العضلات القابضة فتحتوى على مزيد من الألياف السريعة، ولذا يتغلب عليها اللون القرنفلي الباهت، بالإضافة إلى ذلك، فإن هناك اختلافات تحدث فى النسبة المئوية بين الألياف البطيئة والسريعة عند الشخص الواحد. كما أن هناك اختلافات فى هذه الألياف بين شخص وآخر. ففى شخص ما، وفى عضلات محددة، قد نجد أن أكثر من ٨٠٪ من الألياف بطيئة (ST)، بينما عند شخص آخر تكون نفس تلك العضلات تحتوى على ٨٠٪ ألياف سريعة (FT).

ولقد وضع الخبراء وعلماء فسيولوجيا الرياضة قاعدة بخصوص أنواع الألياف، تشير إلى أن الفرد الرياضى الذى تكون معظم ألياφه من النوع السريع (FT) تكون لديه فرصة كبيرة فى النجاح فى السباقات التى تتطلب السرعة فى حركاتها. ومن ناحية أخرى، فلا تكون لديه فرصة جيدة فى سباقات التحمل

والعكس صحيح، ومن الملاحظ أن معظم الناس تكون أليافهم العضلية متعادلة تقريبا بين النوعين (البطئ والسريع) ومثل هؤلاء يناسبهم سباقات المسافات المتوسطة التى تتطلب مجهوداً متعادلاً بين السرعة والتحمل. ولكن لا يمكنهم التفوق فى إحداهما بشكل كبير، وقد أكد الباحثون ذلك من خلال أبحاثهم على بعض الرياضات.

كما أشار العديد من العلماء إلى أن رياضيى السرعة لديهم نسبة اكبر من الألياف السريعة والعكس صحيح، وذلك من خلال تحليل الشريحة العضلية Biopsy.

ويلخص لنا ملك أردل وآخرون (٢٠٠٠) خصائص أنواع الألياف العضلية الهيكلية فى الجدول التالى:

جدول (٥)
خصائص أنواع الألياف العضلية الهيكلية

الخصائص	الألياف السريعة		الألياف البطيئة
	النوع الثانى " أ "	النوع الثانى "ب"	النوع الأول
النشاط الكهربى		عالية التردد	منخفضة التردد
الخاصة المورفولوجية	ألياف سريعة "أ"	ألياف سريعة "ب"	ألياف بطيئة
اللون	أبيض / أحمر	ابيض	احمر
قطر الليفة	متوسط	كبير	صغير
الشعيرات (مليمتر مربع)	متوسط	منخفض	عال
حجم الميتاكوندريا	متوسط	منخفض	عال
كيميائية الأنسجة البيولوجية	سريعة الجلكزة فى وجود الأكسجين	سريعة الجلكزة	بطيئة الأكسدة
مقدار المايوسين فى أنزيم الـ ATPase	عال	عال	منخفض

تابع جدول (٥) خصائص أنواع الألياف العضلية الهيكلية

الخصائص	الألياف السريعة		الألياف البطيئة
	النوع الثانى " أ "	النوع الثانى "ب"	النوع الأول
استيعاب الكالسيوم	متوسط / عال	عال	منخفض
قدرة الجلكزة	عال	عال	منخفض
قدرة الأكسدة	متوسط / عال	منخفض	عال
الوظيفة والانقباض	سريعة الانقباض ومقاومة للتعب ألياف سريعة	سريعة الانقباض وسريعة التعب ألياف سريعة	بطيئة الانقباض ألياف بطيئة
سرعة الانقباض	سريع	سريع	بطئ
سرعة الارتخاء	سريع	سريع	بطئ
مقاومة التعب	معتدل / عال	عال	منخفض
مستوى القوة	متوسط	عال	منخفض

التصنيف الجديد لأنواع الألياف العضلية .

A New Classification Of Muscle Fiber Types

أكتشف حديثاً أن عضلات الإنسان تحتوى على ثلاثة أنواع فرعية **Subtypes** من الألياف العضلية السريعة **FT**. إحداها لها قدرة هوائية أكبر وبالتالى قدرة على المشاركة فى أنشطة التحمل بصورة أكبر من النوعين الآخرين. ويشير سالتين وآخرون **Saltin, et al.,** أن هذه الألياف العضلية تصنف كالتالى :

ألياف سريعة أ FT_a

ألياف سريعة ب FT_b

ألياف سريعة جـ FT_c

وقد أقترح بروك وكيسر **Brooke & Kaiser** تصنيفاً آخر مختلف وهو كما يلى :

- الألياف البطيئة وتسمى بالنوع الأول (**Type I**) .
- الألياف السريعة وتسمى بالنوع الثانى (**Type II**) .

وداخل هذا التصنيف، صنفت الألياف السريعة إلى ثلاث أنواع فرعية هى:

نوع ثانى (أ) (**IIa**) .

نوع ثانى (ب) (**IIb**) .

نوع ثانى (جـ) (**IIc**) .

إذن فهناك تقسمين، تقسم سالتين وآخرون، وتقسيم بروك وكيسر، وأن الألياف السريعة "أ" (**FTa**) لها قدرة هوائية أكبر من النوعين الفرعيين الآخرين (وفى نفس الوقت فهى لا تعادل فى قدرتها الهوائية الألياف البطيئة). وبالتحليل الميكروسكوبى الإلكترونى للشريحة العضلية، وجد أن هذا النوع **FTa** يتميز بالمقارنة بالنوعين الفرعيين الآخرين بما يلى:

- عدد وحجم الميتاكوندريا.
- زيادة كثافة الشعيرات الدموية.
- زيادة فى محتوى الميوجلوبين.
- زيادة فى نشاط الأنزيمات الهوائية.

جدول (٦)
الخصائص الكيميائية للألياف العضلية السريعة والبطيئة

الخصائص	ألياف سريعة "أ"	ألياف سريعة "ب"	ألياف بطيئة
سرعة الانقباض	سريعة	سريعة	أبطئ
القدرة على تمثيل الطاقة لاهوائيا	أكبر	اكبر	أقل
القدرة على تمثيل الطاقة هوائيا	أقل	الأقل	الأكبر
التحمل	أقل	الأقل	الأكبر
القدرة	أكبر	أكبر	أقل
ميتكوندريا	قليل	الأقل	أقصى
الشعيرات الدموية	قليل	الأقل	أقصى
نشاط الأنزيمات اللاهوائية	أكبر	أكبر	أقل
نشاط الأنزيمات الهوائية	أقل	الأقل	الأكبر
نشاط أنزيم الـ ATPase	زيادة	زيادة	نقص
نشاط أنزيم كرياتين فوسفوكينز CPK	زيادة	زيادة	نقص
المحتوى من الجليكوجين		لا اختلاف	
المحتوى من الـ ATP		لا اختلاف	
المحتوى من الـ CP	زيادة	زيادة	قليل
المحتوى من الدهون	قليل	قليل	زيادة
المحتوى من البروتين	زيادة	زيادة	قليل
الحجم	أكبر	أكبر	أصغر
المحتوى من المايوجلوبين	قليل	أقل	أقصى
المحتوى من الكالسيوم	زيادة	زيادة	قليل

ومعظم الناس يمتلكون ٥٠٪ تقريبا من الألياف البطيئة ST، ٥٠٪ سريعة FT.

وفي هذه الألياف السريعة، تكون الألياف FTa، FTb٢٥٪ لكل منهما تقريباً، أما الألياف (c) فإن نسبتها ضئيلة وقد لا تأخذ في الاعتبار. ويضيف ماك أردل، كاتش: كاتش ١٩٩١م McArdle, Katch.Katch أن القدرة اللاهوائية

للألـياف (C) غـير معروفة. ولكن من المؤكد أن لديها قدرة على التحول من ألياف سريعة إلى بطيئة أو العكس.

هل يمكن التنبؤ بالسرعة أو المسافة من تحليل شريحة عضلية؟

Can sprint or Distance Ability be predicted from Muscle biopsies?

أظهـرت الدراسـات العلمـية، كمـا أشـرنا من قبل، أن الرياضيين الذين يتمـتعون بنسـبة مـئوية كـبيرة مـن الألـياف السـريعة فـى عضلاتهم يتفوقون فى السـرعة، بيـنما ذو النسـبة الكـبيرة فـى الألـياف البطيـئة يتفوقون في مسابقات المسـافة (الـتحمل). ومـن الملاحـظ أن معظـم الدراسـات العلمـية قد تركزت على الرياضـيين فـى مسـابقات المضمار **Track**، وهنا يتبادر لنا السؤال التالى: هل هذا يعـنى أنـنا نستطيع أن نختار أفضل مسـافة سباق للسباح عن طريق معرفة النسبة المـئوية للألـياف العضـلية عـنده؟ والإجابة عن هذا السؤال تكون من المحتمل لا. وذلك لأن الاختلاف فى الزمن والمسافة فى سباقات السباحة ليست كبيرة كما هو الحـال فـى سباقات المضمار. كما أن سرعة سباحة ١٠٠ م لا تعادل سرعة ١٠٠م عدو. كما أن سباحة ١٥٠٠ متر لا تعتبر من فئة الماراثون.

ففـى السـباحة يتطلـب سـباحى السـرعة **Sprinters** المزيد من القدرة على الجلكـزة اللاهوائـية والهوائـية بالمقارنة بالعداءين **Runners** فى سباقات المضمار، لأن سـباقات السـباحين تسـتمر لفـترة طويلـة، وهـى كافـية ليصـل تراكم حمض اللاكتيك لمستويات عالية. باستثناء مسافة ٥٠م، كما أن سباحى المسافة يحتاجون إلى مـزيد مـن الطاقـة عـن طريق الجلكزة الهوائية بالمقارنة بمتسابقى العدو. وهذا يجعلنا نتوقع أن تكون الألياف العضلية البطيئة عند سباحى السرعة نسبتها أكبر بالمقارنـة بعدائـى السـرعة فـى ألعـاب القـوى، وذلـك لأن سباقاتهم أطول، بينما

سباحي المسافة تكون سباقاتهم أقصر. ومن المحتمل أن تكون النسبة المئوية للألياف العضلية السريعة أكبر عند المقارنة بعدائي المسافات، وهذا لم يكن مفاجئة عندما قرر كوستل ذلك في دراسة له، أن العضلة الدالية **Deltoid muscle** عند أفضل سباح كان لديه ما بين ٣٠-٦٨٪ ألياف عضلية بطيئة (كوستل، ماجلشو **Costill, Maglischo**)، ووجد أيضاً أنه عند عدائي السرعة ١٠٪ ألياف بطيئة؛ وعدائي المسافة ٩٠٪ ألياف بطيئة.

ولذا فالاختلاف بين النسبة المئوية للألياف السريعة والبطيئة ليست كبيرة بين سباحي السرعة والمسافة. وأن ما يفتقده أيا منهما يمكن تعويضه عن طريق التدريب وذلك يتوقف على مستوى كفاءة السباح وسرعته، ومستوى إستراتيجية التخطيط التي يستخدمها المدرب، ويجب أن نلاحظ أن هناك حدود لقدرة الفرد الرياضي لتعويض **Compensate** ما يفتقده من نسبة مئوية مطلوبة من ألياف معينة ومثال على ذلك، سباح لديه ٨٠٪ ألياف سريعة لا يمكن أن يكون ضمن فريق المنتخب في سباق ١٥٠٠م، وكذلك آخر لديه ٨٠٪ ألياف بطيئة لايمكنه أيضاً أن يكون ضمن المنتخب في سباقات ٥٠م، ١٠٠م.

فالسباح الذى يمتلك من ٤٠-٧٠٪ ألياف سريعة **FT** يكون لديه القدرة على أن يتفوق في سباقات تشمل ما بين السرعة والمسافة المتوسطة أما إذا كانت النسبة المئوية للألياف السريعة أكبر من ذلك فيمكنه السباحة في سباقات ٥٠م، ولكنه لا يحقق نتائج في السباقات ذات المسافات الأطول من ذلك. أما السباحين ذو نسبة ٤٠٪ أو أكثر ألياف بطيئة فيمكنهم تحقق نتائج طيبة في مسافة ٤٠٠م فأكثر. ومع التدريب المنتظم يمكنهم السباحة بدرجة ممتازة في مسافة ٢٠٠م.

والاحتمال المفيد هنا هو أن نوع الليفة يمكن عن طريقه تحديد نوع السباق

المناسب والتنبؤ بالنجاح في السباقات. فالأفراد ذات ٨٠ ٪ أو أكثر ألياف سريعة يناسبهم مسافة ٥٠م، بينما ٨٠٪ ألياف بطيئة يكونوا أفضل ملائمة في سباقات الـ ١٥٠٠م ويجب أن نراعي هنا أنه يجب تدريب السباحين على مسافات مختلفة مع زيادة جرعة التدريب في نوع المسافة الخاصة بكل منهم، حتى تكون اليافهم الأساسية في وضعها المثالي. وهذا ما يعطي أهمية وضرورة معرفة النسبة المئوية للألياف للعضلات العاملة في السباقات، والتخطيط لنوع التدريب المناسب لكل سباح، وبالتالى معرفة تأثير برامج التدريب المطبقة .

كيف تستخدم الألياف العضلية البطيئة والسريعة أثناء العمل العضلي؟

How are slow Twitch and Fast twitch fibers used during work?

وفقاً لرأى هينمان وأولسون **Hennman & Alson** فإن مجموعات الألياف العضلية البطيئة والسريعة تنبه عصبياً **Innervated** عن طريق خلايا عصبية **Neurons**، هذا مع الاختلاف في سرعة إثارة كل منهما، فالألياف السريعة تنبه بأعصاب كبيرة، هذا عندما يتطلب العمل العضلي مزيد من القوة أثناء العمل السريع جداً أو عندما يزيد مستوى التعب من متطلبات القوة حتى يمكن المحافظة على السرعة خلال السباحة، كما أن هذه الألياف السريعة ترتبط بأعصاب صغيرة تثار بسهولة، عندما يكون مستوى المجهود المبذول منخفض أو متوسط مثل سباحة المسافة، فهنا يفضل استخدام الألياف البطيئة، مع العلم بأنة عند مستويات المجهود العالى، فإن الألياف البطيئة تشارك مع السريعة لأنه كان من المعتقد أن الألياف السريعة فقط تستخدم في سباقات السرعة، والعكس صحيح، ولكن الحقيقة التى ثبتت حديثاً أن كلاً من الألياف البطيئة والسريعة تعمل عند المجهود السريع، في حين الألياف البطيئة فقط تعمل عند السرعات

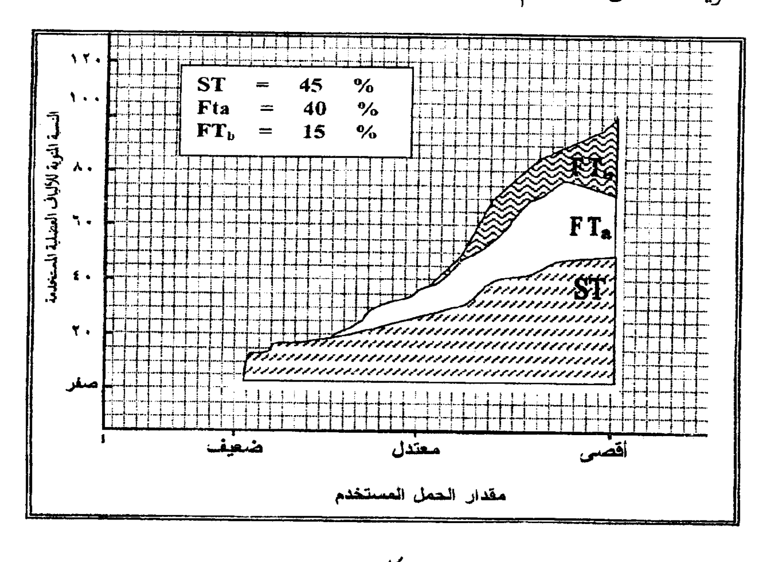
البطيئة. وذلك لأن استخدام السرعة يتطلب قوة زائدة كبيرة فتثير كلا النوعيين. بينما السرعات البطيئة تكون فيها الإثارة ليست كبيرة ولا تكون كافية لتنشيط عدد كبير من الألياف السريعة، ولذا فمعظم المجهود يتم بالمجموعة البطيئة، وتشير التجارب أن كلا نوعى الألياف ينشط عند السباحة بمجهود قريب من السرعة القصوى، ولكن الألياف السريعة هى التى تقوم بغالبية العمل نظراً لقدرتها على التمثيل الغذائى للجليكوجين لاهوائياً. وبالتالى تتحرر الطاقة بمعدل يتناسب مع متطلبات سرعة السباحة، وهذا ينتج مزيد من اللاكيتك ثم الشعور بالتعب بصورة سريعة.

إن معرفة طريقة مد كلا نوعى الألياف بالطاقة يمكن تحديده أيضاً عن طريق الشريحة العضلية Biopsies قبل وبعد السباحة لمسافات مختلفة وسرعات مختلفة. فإذا كان الجليكوجين الموجود داخل أحد نوعى الألياف العضلية قليل نسبيا بالمقارنة بالنوع الآخر، فعندئذ يكون هذا النوع هو المزود بمعظم الطاقة المستخدمة أثناء السباحة، وذلك وفق ما قرره كوستل من أن الألياف السريعة ينضب منها الجليكوجين الموجود أولاً عند أداء مجموعة (٦×١٠٠م) بينها دقيقة راحة فترية بين التكرارات، ومع ذلك فالألياف البطيئة ST يكون الجليكوجين قد نضب منها أيضاً عند نهاية المجموعة، كما ثبت أنه عن أداء تكرارات لمسافة ٤٠٠م فان الألياف البطيئة ينضب منها الجليكوجين أولاً، ثم من الألياف السريعة فى نهاية المجموعة.

وتشير نتائج البحوث المعملية التى استخدمت الدراجة الثابتة فى تطبيقها، أن عملية تمثيل الطاقة داخل الألياف العضلية يعتمد على عامل الوقت والمجهود الزائد عن المستوى المعتاد، لذا فان تجنيد أنواع معينة من الألياف له

أهمية في الأداء، ومن الضروري المواءمة بين زمن العمل على الدراجة الثابتة (Argometer) داخل المعمل والوقت اللازم والمحدد لأداء سباقات السباحة، حيث أن ٤٥ث من المجهود على الدراجة الثابتة يجب أن يماثل سباحة ١٠٠م. وكذلك يجب أن تتماثل أيضاً الألياف العضلية المجندة للعمل، وهذا لم يتحقق حيث أن استخدام الدراجة الثابتة يعتمد على الرجلين، بينما السباحة تعتمد على الذراعين.

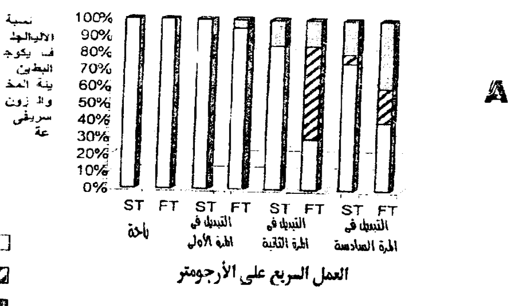
والشكل التالي يوضح النسبة المئوية للألياف العضلية المستخدمة وفقاً لمستويات الحمل المستخدم.

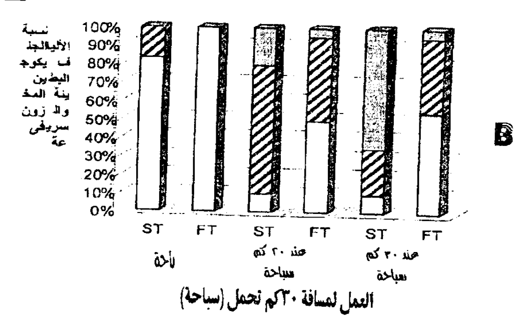


شكل (٤)

يوضح النسبة المئوية للألياف العضلية المستخدمة وفقاً لمقدار الحمل البدني

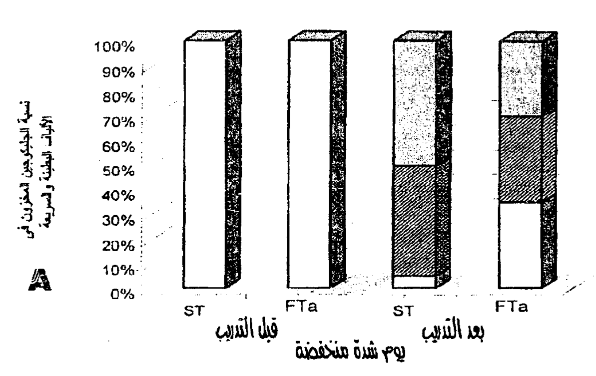
ومن الشكل التالى يوضح كوستل أن نضوب الجليكوجين خلال العمل السريع الذى يتكون من الأداء على الأرجوميتر لمدة دقيقة تكرر ست مرات. وسباحة مسافة ٣٠كم. ولاحظ من خلال الشكل أن الألياف السريعة ينضب فيها الجليكوجين عند زيادة المجهود أثناء التبديل، ومن ناحية أخرى فالألياف البطيئة ينضب منها الجليكوجين شكل تام.



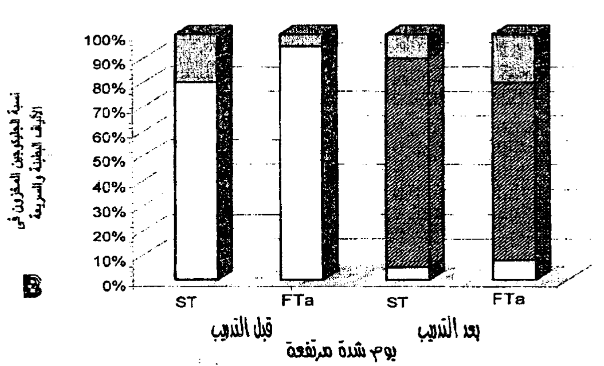


شكل (٥)

نضوب الجليكوجين من الألياف البطيئة والسريعة وفقاً لسرعة ومسافة الأداء



يكون التدريب مرة واحدة بسباحة ٦,١ كم سباحة حرة بسرعة معتدلة



يكون التدريب لمسافة ١ كم بإحماء بشدة منخفضة يتبعه سباحة حرة ١,٥ كم بشدة عالية

شكل (٦)
نضوب الجليكوجين وفق شدة تدريب السباحة

ولاحظ من الرسم أن نضوب الجليكوجين يكون أسرع في الألياف FT من الألياف ST خلال العمل على الدراجة (A) وعلى العكس من ذلك في العمل(B) حيث ينضب الجليكوجين بشكل أسرع في الألياف البطيئة ST عن السريعة FT.

وأوضح هيوستون Houston نموذجاً مماثلاً عن نضوب الجليكوجين أثناء التغيرات اليومية في شدة تدريب السباحة بين الشدة المرتفعة والمنخفضة. وأشارت النتائج كما في الشكل السابق إلى أنه في يوم أداء الشدة المنخفضة سبح السباحين أفراد العينة ٦,١كم سباحة حرة بسرعة معتدلة، ويتغير تكرار المسافات من ٥٠–٤٠٠م مع راحات قصيرة. وفي يوم أداء الشدة المرتفعة، يؤدى السباحين الإحماء بسباحة ٢٠٠م بشدة منخفضة، ثم يسبحون ١,١٥كم مع راحات طويلة بين التكرارات التي تؤدى فيها مسافات من ٢٥–١٠٠م بسرعة قرب القصوى، وأظهرت النتائج أن كلا النوعين من الألياف البطيئة والسريعة استخدمت أثناء التدريب، أن نضوب الجليكوجين كان في الألياف البطيئة أكثر من السريعة، كما كان النضوب جزئياً في يوم أداء الشدة المنخفضة، بينما الألياف البطيئة والألياف السريعة "أ"(FTa) كانت متعادلة في نضوب الجليكوجين منها في يوم الشدة العالية.

والسؤال الآن ... كيف نستفيد من هذه المعلومات في التدريب؟

مما سبق يمكننا أن نلاحظ أن الألياف FT تحصل على معظم الطاقة اللازمة للعمل أثناء أداء السرعات، بينما لا تستخدم كثيراً أثناء سباحة المسافات الطويلة.

وعلى ذلك، إذا أراد سباحي السرعة أن يحسنوا من القدرة اللاهوائية للألياف السريعة فعليهم أن يتدربوا كثيراً على أداء السرعة؛ بالإضافة إلى استخدام نوع السباحة الخاصة بمنافساتهم، لأن التكيف مع التدريب سوف يؤثر

على الألياف العضلية المستخدمة فى التدريب، ولمعرفة الألياف التى سوف تستخدم فى التدريب، فهى نفسها التى تستخدم فى المنافسة وبنفس طريقة السباحة التى سوف تستخدم فى السباقات، فإذا كان على سباحى السرعة التدريب على السرعات لتنمية القدرة اللاهوائية للألياف العضلية السريعة، فعلى سباحى المسافة أن يؤدوا تكرارات لمسافات طويلة أو تكرارات قليلة مع راحات قصيرة، وذلك لتنمية القدرة الهوائية للألياف البطيئة والسريعة. أما سباحى المسافات المتوسطة فيحتاجون إلى تدريب كلاً من السعة الهوائية واللاهوائية وكلاً من نوعى الألياف.

ومع بساطة وسهولة الملاحظات التى ذكرت، فيجب ألا نسيء فهمها على أنها تعنى أن سباحى السرعة يجب أن يتدربوا على السرعة فقط. وأن سباحى المسافة يتدربوا على المسافة فقط، فهذا ليس المقصود، وغير واقعى.

فكل سباح يتطلب دمج كل الأنواع من التدريب ليحقق أعلى أداء، ولكن الاختلافات تكون فى نسبة كل نوع من التدريب.فسباحى السرعة يجب أن يكون الجزء الأكبر من وقت التدريب مخصص للتدريب على السرعة، بينما سباحى المسافة فالوقت الأكبر يكون للسباحة الطويلة وراحات قصيرة، وسباحى المسافات المتوسطة يتدربوا على سرعة أقل ومسافة أكبر من سباحى السرعة، وأقل مسافة وأكثر سرعة من سباحى المسافة.

وينصح السباحين بتناول الكربوهيدرات فى غذائهم حتى تمتلئ العضلات بالجليكوجين ويمكنها الاستمرار فى العمل لفترات أطول، كما يمكن استخدام التدريب الدائرى فى التدريبات الأرضية.

ويوضح الشكل أيضاً أن ٢,٥ ساعة تدريب على فترة واحدة يومياً، يؤدى إلى نضوب أكثر من نصف كمية الجليكوجين الموجودة فى الألياف العضلية

المستخدمة فى التدريب وعلى ذلك فإنه من المحتمل أن معظم الألياف العضلية ينضب منها الجليكوجين كاملاً عندما يزيد التدريب عن فترتين فى اليوم الواحد، ويرى كوستل أن امتلاء العضلة بالجليكوجين يكون أسرع عند تناول وجبات غذائية عالية الكربوهيدرات وذلك خلال ساعات قليلة بعد انتهاء التدريب. ومن الحكمة دمج التدريب بالشدة العالية مع الشدة المنخفضة يومياً حتى يأخذ كل نوع من الألياف كفايته من الجليكوجين. وهذا يتطلب ما بين ٢٤-٤٨ ساعة للامتلاء التام.

(هولتمان، برجسترم، روك نورلند Hultman, Bergstrom, Rok-Norlund، وماك دوجال وآخرون McDogall et. al.)

• هل تتغير أنواع الألياف بالتدريب؟ Can fiber types be changed by training?

حتى سنوات قليلة مضت كانت الإجابة على هذا السؤال بلا ولكن اليوم أصبح من الممكن أن يحدث تغير، فعندما تدرب أربعة من الرياضيين تدريباً هوائياً لمدة ثمانية عشر أسبوع، بعدها أخذت شريحة من العضلات وحللت، فأظهرت أن هناك زيادة فى النسبة المئوية لألياف العضلية البطيئة، ونقص فى النسبة المئوية لألياف السريعة (ج) FTc. وعندما خضع نفس الأفراد للتدريب اللاهوائى لمدة ستة عشر أسبوع، لوحظ تأثير عكسي، حيث ظهرت زيادة فى النسبة المئوية لألياف السريعة FTc ونقص فى الألياف البطيئة.

ومن خلال هذه الدراسة، يعتقد أن التدريب قد يؤدى إلى تحول حقيقى للألياف البطيئة إلى ألياف سريعة والعكس بالعكس Vice versa وخاصة الألياف السريعة (ج) FTc (جونسون ، ساجودين، تيش Jonsson, sjodin, Tisch)

إن هذا التغير، يرجع إلى التدريب، ويجب ألا يخدعنا ذلك إلى أن تدريب السرعة يزيد عدد الألياف العضلية السريعة FT وأن تدريب المسافة يزيد

من الألـياف البطيـئة ST، لأن هـذه النـتائج السـابقة اعتمدت على عينة صغيرة تـتكون مـن أربـع أفراد فقط، ولذا فنحن فى حاجة إلى مزيد من البحوث فى هذا الشـأن قـبل تحديـد الحالـة الـتى عـندها يمكـن الـتعرف عـلى تـأثير التدريـب والاحتمالات الوراثية الرياضية فيما يخص الألياف البطيئة والسريعة، وفى الوقت الحاضـر، زاد عدد البحوث إلى أجريت والتى تشير نتائجها إلى أن التدريب بنوع معـين يمكـن أن يـؤدى إلى تغيرات هامـة لكلا نوعى الألياف من خلال مجموعة الألياف العضلية.

وهـناك دلائـل تشـير إلى أن التدريب التخصصي يمكن أن يجعل انقباض الألـياف البطيئة أسرع، كما يجعل الألياف السريعة أكثر تحملاً. ومن جهة ثانية تدل بعض الدراسات الحديثة على أن التدريب يمكن أن ينبه انقسام الخلية الذى يزيد من العدد الإجمالى للألياف العضلية لنوع معين من الألياف داخل العضلة.

وفـيما يـتعلق بالتمثـيل الغذائـى وتكـييف الألـياف العضـلية فقد أشارت دراسـات جولـنك Gollnick، أرمسترونج Armstrong، سالين Sallin، سابرت Saubert، سـامبروش Sembrowich، شـيبرد Shepard إلى إن قابلـية الألياف البطيـئة للانقباض العضلى السريع تزيد بعد التدريب لمدة ستة شهور من التدريب السريع على الأرجومتير. ويجب أن يأخذ فى الأعتبار، أن سرعة انقباض الألياف البطيـئة لا يمكـن أن تعـادل أبـدا سرعة انقباض الألياف السريعة ومع ذلك، فقد لوحـظ أيضاً أن الألياف البطيئة فقدت بعض قدرتها الهوائية، وهذا يوضح أهمية العناية بما يشتمل عليه التدريب عند التخطيط له.

إن ميكانـيزم سـرعة انقـباض الألـياف البطيـئة غـير معـروفة حتى الآن، ويـتفق العديد من الباحثين مع رأى أن التدريب الرياضى يزيد من تحمل الألياف

السريعة. وذلك بزيادة الألياف السريعة (أ) **FTa** وقد وجد الباحثين فى دراستهم مثل نجارد **Nygard**، نجلسين **Njelsen** وجدوا عدد أكبر من الألياف (أ) **FTa** وليس **FTb** فى عضلات الجزء العلوي من الجسم (العضلة المثلثة الوسطى **Latissimus Dorsi**) لدى مجموعة من السباحين المتدربين من ٣-٨ سنوات. ويتوقعون ان هذه العضلات قد تحتوى على ١٥-٢٠ ٪ من ألياف **FTb** وهو المدى الشائع للذكور والإناث من نفس المجموعة قيد الدراسة. ويعتقد الباحثين أن التدريب هو المسئول أولا أكثر من الوراثة عن نقص الألياف **FTb** من عضلات الجسم العليا لدى السباحين، حيث تأكد بالتجارب وجود عدد قليل من هذه الألياف فى العضلة المنحرفة المربعة عند الذكور **Quadriceps**. ولكن وراثياً فإن هذه الألياف كما توجد فى عضلات الرجلين فهي توجد أيضاً فى عضلات الجزء العلوى وذلك قبل ممارسة التدريب. وقدم كوستل **Costill**، دانيلز وآخرون **Daniels et al.** دليلاً آخر عن زيادة الألياف (أ) **FTa**.

كما أظهرت نتائج دراسة كوستل وزملائه نسبة نقص (٢,٢٪) فقط من الألياف **FTb** فى عضلات السمانة **Gastroncnemius** لدى عدائى المسافات.

ولاحظ هيوستون على مجموعة مدربة من الجدافين **Kayakers** نسبة نقص ٨,٥٪ فى الألياف **FTb** فى العضلة ذات الرأسين العضدية **Biceps**. ولكن وجدوا نسبة ١٣٪ منها فى عضلات الرجلين.

والتفسير الوحيد المقبول لنقص أو غياب الألياف **FTb** فى الألياف السريعة هو أن التدريب البدنى يجعل الألياف السريعة **FT** أكثر أكسدة، حتى أنه يمكن أن يقال أن الألياف **FTa** قد تكون دربت والألياف **FTb** كان تدريبها جزئيا أو لم تدرب.

وهـناك أيضاً تفسير آخر مقبول بالنسبة للنسبة المئوية الكبيرة لألياف **FT** فقـد يسـبب التدريـب الـبدنى زيادة كبيرة فى العدد الإجمالى لهذة الألياف، وقد يشير ذلك إلى حدوث تأقلم أو تكيف نتيجة التدريب، ويعتمد هذا المفهوم على أن التدريب أدي إلى زيادة عدد الألياف العضلية غير المستخدمة لسنوات مضت ولكن فى الوقت الحاضر فهناك آراء حول هذا التفسير. فقد أشار كلا من جويا **Goyea**، إركسون **Ericson**، بوند وبيترسون **Bonde and Peterson** إلى حدوث انقسام فى الخلـية لـدى عيـنة من الرياضيين باستخدام رفع الأثقال وزيادة فى عدد الألياف السـريعة (حيـث أن انقسـام الألـياف**FT** يـتوقف سـرعتها عـلى شـدة الـتمرين المسـتخدم)، وفى نفس هذا الاتجاه، أجريت دراسات أخرى منها دراسة نيجارد **Nygaard**، نيلسـن **Nielsen**، كوستل، كويل وآخرون **Coyle et al.** والتى أشارت بالدلـيل المباشـر إلى انقسـام فى خلايا الليفة العضلية عند الإنسان، كما أن جونيا وزملائها **Gonyea et al.** لاحظوا انقسام الألياف، ويرجعون ذلك إلى التغيرات فى نسبة أنواع الألياف نتيجة التدريب البدنى.

وكانـت دراسـة نـيجارد، نيلسـين هامـة بصفة خاصة، لأنها طبقت على سباحي المنافسـات حيـث أخذت عينات من الألياف العضلية **Biopsies** لمجموعة مكونـة من ٢٥ سباح وسباحة، بلغت أعمارهم ١٥–١٧ سنة، متدربون لمدة ما بين ٣–٨ سنوات، وقد خرج الباحثان من خلال هذه التجربة بالملاحظات التالية:

١– إن حجـم العضـلات عـند السـباحين أكبر من أقرانهم فى المجموعة الضابطة المماثلين لهم فى العمر والجنس.

٢– وجود بعض الألياف الصغيرة جداً بين الألياف ذات الحجم الطبيعى.

٣– وجد أن هناك شقوق فى أغشية الخلايا التى غالباً ما تنقسم إلى أثنين.

ويعتقد نيجارد، نيلسين إن هذه الملاحظات تدل على أن العدد الإجمالى للألياف العضلية يزيد نتيجة انقسام الليفة العضلية، وتشير دراسات كوستل، فينك، فوستر، إيفى Costill, Fink, Foster, Ivy أن الألياف FTa تزيد بنسبة ٤٪ (من ٢٩,٢٪ إلى ٣٣٪) فى عضلات الرجلين عند الذكور الرياضيين المدربين بتدريبات إيزوكينيتكية بسرعة عالية. ولكن هذا فى حد ذاته ليس دليلاً على انقسام الليفة العضلية. ومع ذلك، فالنسبة المئوية للألياف FTb تقل بنسبة ٠,٨٪ والبطيئة بنسبة ٧,٧٪. فإذا اكتسبت الألياف FTb مميزات الألياف FTa، أو أصبحت الألياف ST مثل الألياف FT، فإن النسبة المئوية لزيادة ألياف FTa يجب أن تتناسب مع النقص فى النوعين الأخران من الألياف. ومن ناحية أخرى إذا ظهرت الزيادة فى العدد الأساسى للألياف FTa فإن النسبة المئوية لزيادة هذه الألياف يجب أن تكون خارج نسبة النقص فى الأنواع الأخرى من الألياف وهذا ما يحدث بالتأكيد. لذا فإن الباحثين الذين يتبنون الاعتقاد بأن التدريب يمكن أن يحدث زيادة فى عدد الألياف FTa، يقدمون البيانات الناتجة من دراساتهم فى الجدول التالى:

جدول (٧)
التغيرات فى النسب المئوية لألياف البطيئة
والسريعة مع تدريب السرعة

نوع الليفة	٪ قبل التدريب	٪ بعد التدريب
ألياف سريعة ST	٤٦,٥ (± ٣)	٣٨,٨ (± ٥)
ألياف سريعة (أ) FTa	٢٩,٢ (± ٣)	٣٣,٠٠ (± ٢)
ألياف سريعة (ب)FTb	٢٤,٣ (± ٢)	٢٣,٥ (± ٢)

ومن خلال نتائج هذه الدراسات، يمكن أن نقول أنه من المحتمل حدوث انقسام فى خلايا النسيج العضلى لدى الإنسان (ألياف **FTa**). ولقد وجد نيجارد، نيلسين أن ألياف **FTb** فى عضلات الجزء العلوي من الجسم لدى السباحين أنه أيضاً لا يبدو تأثرها بالعمليات الهوائية المصاحبة للألياف **FTa**. فإذا انقسمت مجموعة صغيرة من الألياف **FTa** فيكون ذلك نتيجة تأثير التكيف مع التدريب، ووجد أن نسبة مئوية صغيرة من الألياف **FTb** فى هذه العضلات قد تحسنت. وبصفة خاصة النسبة الموجود فى عضلات الرجلين لنفس هؤلاء السباحين. ولم يعرف حتى الآن هل هناك انقسام أيضاً فى الألياف البطيئة **ST** لدى الإنسان أم لا، وهذا يتطلب المزيد من الدراسة والبحث .

فإذا حدث انقسام لدى الإنسان، سواء فى الألياف **FTa** فقط أو فى ألياف **ST** أيضاً فإنه من الغالب أن يكون ذلك تكيفاً مع التدريب، وحيث يتحسن الأداء. إن الزيادة فى العدد الإجمالى للألياف يعد مميزاً لأداء الرياضيين، وخاصة إذا كانت هذه الزيادة فى الألياف ذات الطاقة العالية والمطلوبة فى المسابقات. فالزيادة فى الألياف (**FT**) أو (**ST**) يجب أن تساعد سباحي المسافات المتوسطة والمسافات الطويلة لأداء أفضل، ولقد ثبت أن الزيادة الحادثة لدى سباحي المسافات المتوسطة، قد سمحت لهم بأداء سرعات أسرع مع تعب أقل، نتيجة زيادة قدرة هذه الألياف على الأكسدة. كما وجد أن الزيادة فى الألياف **FTa** لدى سباحى السرعة قد أفادتهم لنفس السبب، وعلى ذلك يجب أن يكون هناك زيادة فى عدد الألياف التى تزيد من الطاقة اللازمة للسباقات وبدون إنتاج حمض اللاكتيك بكميات كبيرة، فانقسام الليفة العضلية يجب أن يحسن الأداء لأن الألياف الصغيرة الناتجة من الانقسام فى الخلايا، تكون ذات جهد أكبر عند تلك الكبيرة أساسا والمتخمة **Hypertrophied**

• هل تدريب المسافة يقلل من السرعة القصوى (السرعة السريعة) ؟

Can Distance Training Reduce Sprint Speed?

لاحظ كلاً من جولنك **Gollnick**، أرمسترونج **Armstrong**، سالتين **Saltin**، سامبروش **Semberoich**، شيبرد **Sheperd** أن تدريب السرعة يزيد من سرعة انقباض الألياف البطيئة (**ST**) وفي نفس الوقت يقلل من قدرتها الهوائية. وأن استخدام تدريب المسافة بزيادة التحمل ونقص السرعة، يعيق أداء سباحي السرعة **Sprinters**.

كما أنه أيضاً من المحتمل أن تتحول الألياف **FTa** إلى **FTb** لدى السباحين، وأكد كلا من نيجارد، نيسلين أن ذلك يؤثر على سرعتهم، ومع ذلك فقد أوضح سكر **Saker** ونيجارد **Nagard** أن هناك دليلاً على أن الألياف **FTb** تحصل على مزيد من الطاقة عن الألياف **FTa** والألياف **ST** وذلك أثناء التدريب باستخدام المقاومة القصوى وهذه الخاصية يمكن أن تستخدم كدلالة على أن الألياف **FTb** تكون أسرع انقباضا، أو أن لديها قابلية أكبر لتحرير الطاقة لاهوائيا وبمعدل أسرع.

ومن المحتمل أيضاً، اعتمادا على هذه الملاحظات، أن السرعة تقل نتيجة زيادة عدد الألياف **FTa** الناتجة عن استخدام تدريب التحمل، ويرى ماجلشو أن حدوث هذا الاحتمال ضئيل **Remote**، وقد بني هذا الرأي على أساس دراسات كوستل، وكويل وآخرون **Costill, Coyl, et al.**، حيث استخدام في تدريب الأفراد، تدريبات قصوى لفترات تصل من ٣٠ث–٦٠ دقائق. وقد وجد زيادة في الألياف **FTa** مصحوبة بزيادة في القوة القصوى، ولذا فالتغير في الألياف **FTb** إلى ألياف **FTa** (وربما انقسام الألياف **FTa** إلى مجموعات صغيرة) لا يتقيد بالسرعة. وبالرغم من ذلك: فإن الأفراد الذين يتدربون على السرعة،

تكون التغيرات فى الألياف **FT** السائدة قد تتماثل مع تلك التغيرات التى حدثت للأفراد الذين تدربوا على التحمل.

ولتفسير هذا التناقض بين نتائج دراسة سكر ونيجارد وبين كوستل وزملائه، فقد تكون الدراسة الأولى قد استخدمت جرعات تدريبية ذات فترات قصيرة، بينما الأخيرة استخدمت التدريب لعدة أسابيع. وفى ذلك تأكيد لرأى سكر ونيجارد من أن الألياف **FTb** تستخدم بصفة خاصة خلال الأيام القليلة الأولي من التدريب، وربما كذلك أن التدريب لعدة أسابيع يجعل الألياف أكبر قدرة على الأكسدة **Oxidative**، فتصبح مماثلة للألياف **FTa**.

الفصل الثالث

طرق التدريب الرياضى

مبادئ التدريب

تحديد شدة التدريب

أ - طريقة أقصى احتياطى لضربات القلب

ب - طريقة أقصى معدل للقلب

تحديد تكرار وفترة دوام التدريب

مراحل التدريب

التمرينات التمهيدية (الإحماء)

تمرينات الإطالة

تمرينات التقوية

شكل النشاط

التهدئة

طرق التدريب

(١) التدريب الفترى

إنتاج الطاقة والتعب أثناء العمل المتقطع

تعويض ثلاثى فوسفات الأدينوزين، والفوسفوكرياتين

٢) الجرى المستمر

(٣) الجرى التكرارى

(٤) تدريب تنويع السرعة

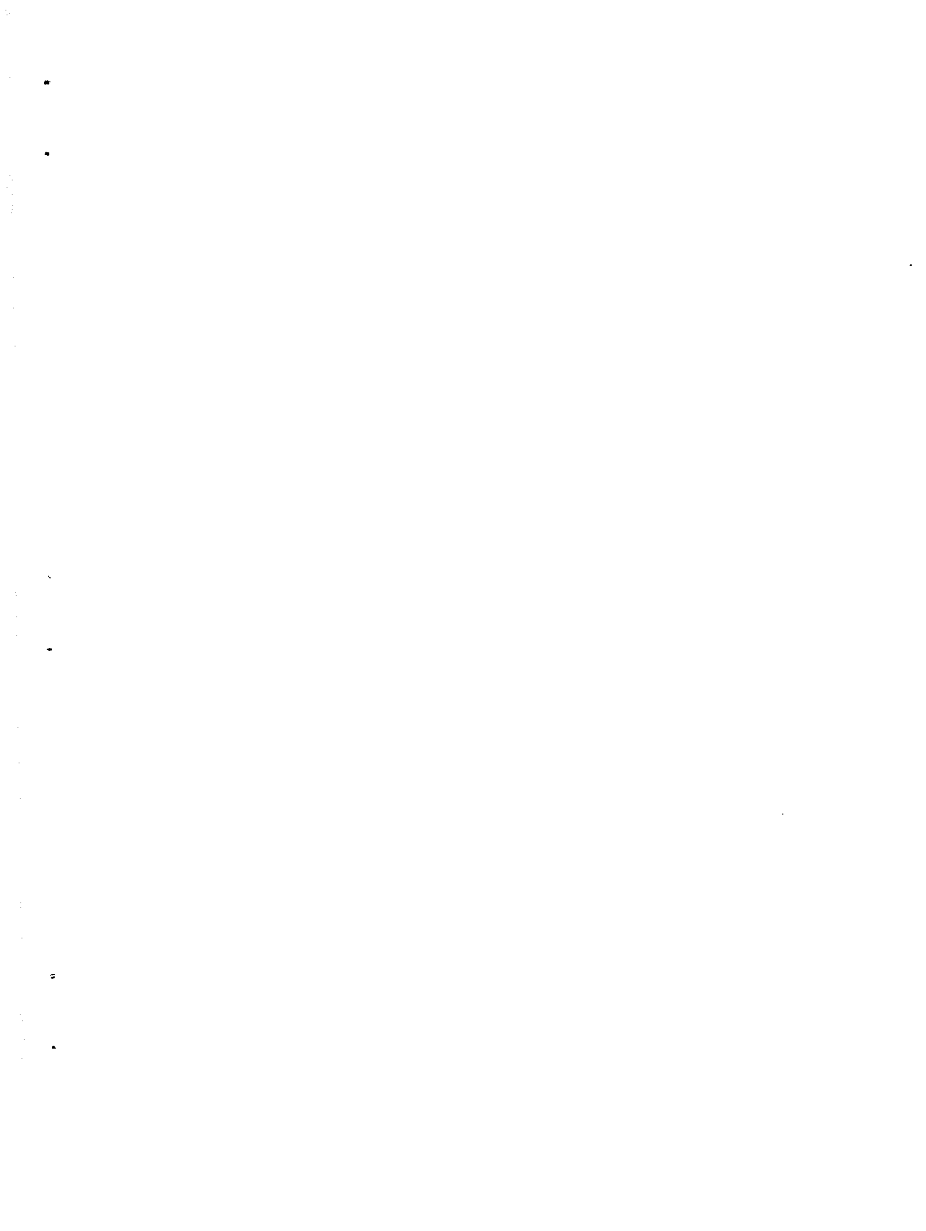
(٥) تدريب السرعة

(٦) السرعة الفترية

(٧) السرعات المتزايدة

(٨) السرعات المتقطعة

تطبيقات لطرق التدريب فى رياضات متنوعة



الفصل الثالث

طرق التدريب الرياضى
Methods of physical training

يعتبر التدريب الرياضى المحور الرئيسى الذى عن طريقه يمكن تحقيق الأهداف المنشودة بالوصول بالفرد الرياضى إلى أفضل المستويات وتحقيق الإنجازات، والهدف الرئيسى للمدربين فى المجال الرياضى، هو بناء برامج التدريب للرياضيين من أجل الارتقاء بمستوياتهم من جميع الجوانب ... وهذا هو الغرض من هذا الفصل، حيث نحاول وضع الخطوط الرئيسية للمبادئ الأساسية للتدريب الرياضى، والتى قد تساعدك فى أن تؤدى دورك كمدرب على أكمل وجه .

مبادئ التدريب Training principles

نحن نعلم أنه لتنمية القوة والتحمل العضلى يجب أن تعمل العضلة ضد مقاومة متزايدة، وينتج عن ذلك زيادة حجم العضلة، بمعنى أخر، فإنه يحدث العديد من التكيفات الفسيولوجية التى تؤدى إلى زيادة الطاقة الكامنة داخل كل خلية فى العضلة، لذلك فإن تحقيق ذلك يعتمد على ما يلى :

١- تنظيم مصدر الطاقة الرئيسى الذى يفيد فى أداء النشاط.

٢- تنمية مصدر الطاقة الرئيسى من خلال الحمل الزائد.

وتتمثل مبادئ التدريب الرياضى وفقاً لرأى ماتيوس وفوكس فيما يلى :

١- خصوصية التدريب Specificity of training

ويعتمد تحقيق هذا المبدأ على شدة التدريب وكذلك حجمه، حتى يمكن

تنمية نظم الطاقة المسئولة على إتمام النشاط الرياضى المستخدم. وعلى ذلك نجد أن نظام أو اثنين للطاقة يؤخذ فى الاعتبار عند وضع خطة برنامج التدريب، كما نجد أن نظم الطاقة الثلاثة — المعروفة لدينا جميعاً — متداخلة وخاصة مع الأفراد الذين لديهم تكيف عام.

٢- تحديد نظام الطاقة السائد

Determining the predominant Energy system

كيف يمكن للفرد أن يتعرف على أى نظام للطاقة هو السائد فى بعض الأنشطة الرياضية؟

وللإجابة عن هذا السؤال، فإن الجدول التالى يوضح العلاقة بين مسابقات المضمار ونظم الطاقة الأولية الناتجة والمرتبطة بهذه المسابقات. وهذا هام بالنسبة للمدربين. فإذا كان تدريب الماراثون يستخدم ٥٪ من نظام [الـ ATP-PC، وحامض اللاكتيك]، لذلك فإن ٩٥٪ من التدريب يجب أن يقضيه اللاعب فى تنمية النظام الأكسجينى للطاقة، كما نلاحظ من الجدول أنه يشمل زمن الأداء الذى يرتبط بنظام الطاقة السائد. وعلى ذلك يمكننا أن نقول أن سباق السباحة – مثلاً – الذى يتطلب ٤ – ٥ دقائق – ومن خلال الجدول – فإن النسبة المئوية للطاقة اللازمة لهذا السباق يجب أن تكون كما يلى: ٢٠٪ للنظام الأكسجينى، ٢٥٪ للنظام اللاهوائى، وكذلك نلاحظ أن مخزون الطاقة الذى يمد النشاط يرتبط بالزمن، وعلى ذلك فإن الشخص الذى يقطع الخشب أو يؤدى ألعاب جمباز أو جرى أو سباحة لفترة مستمرة من الوقت فإن المصدر الأول للطاقة سوف يعتمد على زمن الأداء.

جدول (٨)

النسبة المئوية لنظم الطاقة وفقاً لمسافة السباق وزمن الأداء

السباق	زمن الأداء [دقيقة - ثانية]	السرعة ATP - PC	القدرة الهوائية [النظام الأكسجيني]	القدرة اللاهوائية [السرعة + نظام حمض الكلاكتيك]
الماراثون	١٣٥,٠ إلى ١٨٠,٠	—	٪٩٥	٪ ٥
٦ ميل	٣٠,٠ إلى ٥٠,٠	٥	٨٠	١٥
٣ ميل	١٥,٠ إلى ٢٥,٠	١٠	٧٠	٢٠
٢ ميل	١٠,٠ إلى ١٦,٠	٢٠	٤٠	٤٠
١ ميل	٤,٠ إلى ٦,٠	٢٠	٥٥	٢٥
٨٨٠ ياردة	٢,٠ إلى ٣,٠	٣٠	٦٥	٥
٤٤٠ ياردة	١,٠ إلى ٢,٠	٨٠	١٥	٥
٢٢٠ ياردة	٠,٢٢ إلى ٠,٣٥	٩٨	٢	—
١٠٠ ياردة	٠,١٠ إلى ٠,١٥	٩٨	٢	—

جدول (٩)

النسبة المئوية لنظم الطاقة لبعض الأنشطة الرياضية

نوع النشاط	النسبة المئوية لنظم الطاقة		
	ATP – PC,LA	LA – O2	O2
كرة السلة	٨٥	١٥	—
كرة القدم	٩٠	١٠	—
الجولف	٩٥	٥	—
جمباز	٩٠	١٠	—
الهوكى : أ- الهجوم، الدفاع	٨٠	٢٠	—
ب- حراس المرمى	٩٥	٥	—
السباحة : ٥٠م، الغطس	٩٨	٢	—
١٠٠م	٨٠	١٥	٥
٢٠٠م	٣٠	٦٥	٥
٤٠٠م	٢٠	٤٠	٤٠
١٥٠٠	١٥	٢٠	٧٠

يشير الجدول السابق إلى نقطتين هامتين هما:

أولاً: أن نظم الطاقة تعمل كوحدة واحدة متداخلة.

ثانياً: أن هذه النسب المئوية للتقييم فقط وليس بالدقة الخالصة.

٢ـ مبدأ الحمل الزائد: الشدة، التكرارات، واستمرارية التدريب

The over load principle : Intensity, Frequency, and Duration of training.

يتضمن هذا المبدأ الحمل الزائد التصاعدى الذى يشمل تدريبات مقاومة تكون شدتها قرب الحد الأقصى وتكون زيادة متدرجة حسب مستوى اللياقة لدى الفرد والتى تنمو مع البرنامج التدريبى والذى يحتوى على الشدة والتكرارات وفترات الدوام للبرنامج.

تحديد شدة التدريب Determining intensity of training

إن ذلك من أهم إحدى ثلاث حقائق عند التطبيق لمبدأ الحمل الزائد، ويشير فوكس، ومايتوز أن الشدة فى برنامج التدريب ترتبط مباشرة بتنمية أقصى قوة هوائية Vo_2max، ولكن السؤال هنا كيف يمكن تحديدها؟

إن أسهل طريقة لذلك هى طريقة تحديد معدل ضربات القلب، لأن فيها تحديد لاستجابة القلب لحمل التدريب، ويستخدم لتحديد الحمل الزائد. وفى ذلك فائدة للجهاز الدورى التنفسى بالتحديد (كونفرتينا، ديفيز Convertina & Davis).

إن أعلى استجابة للقلب تكون عند أكبر شدة للتمرين، وهناك طريقتين لتحديد معدل ضربات القلب:

أ ـ طريقة أقصى احتياطى لضربات القلب، (كارفونين Karvonen)

وهذه الطريقة تعتمد على احتياطى النبض، ويرمز لها بـ **(HRR)** وهى عبارة عن الفرق بين معدل النبض وقت الراحة **HRrest** وأقصى معدل له **HRmax**.

$$HRR = HR\ max - HR\ rest$$

فإذا فرضنا أن معدل نبض الراحة ٦٥ ن/ق وأقصى معدل له ٢٠٠ ن/ق ، وذلك بعد خصم العمر الزمنى للاعب والذى نعتبره فرضاً ٢٠ سنة .

∴ احتياطى النبض = ٢٠٠ - ٦٥ = ١٣٥ ن/ق .

فيكون نبض القلب المستهدف HR rest + HRR = (THR) target

فإذا فرضنا أن نبض القلب المستهدف كشدة للتمرين = ٧٥٪.

١٣٥ ن/ق × $\frac{٧٥}{١٠٠}$ + نبض الراحة (٦٥) =١٠١,٢٥ + ٦٥ = ١٦٦ ن/ق.

وعلى ذلك فإن شدة التدريب يجب أن تكون عند مستوى يؤدى للوصول للنسبة المئوية المطلوبة ٧٥٪ أى النبض ١٦٦ ن/ق.

ب ـ طريقة أقصى معدل للقلب.

فى هذه الطريقة يحسب الـ THR من خلال معدل نبض القلب فقط.

فمثلاً إذا كان المستهدف عند نسبة ٧٥٪ فيكون حسابها كالتالى :

٧٥٪ THR = ٧٥ × ٢٠٠ (أقصى نبض) = ١٥٠ ن/ق

والاختلاف بين الطريقتين يتضح فى النبض المستهدف كنسبة مئوية ، فإذا كان النبض ١٨٦ ن/ق فإن ذلك يعبر عن ٩٠٪ للـ HRR، ٩٣٪ HR max ، كما أنه إذا كان المستهدف للنبض ١٤٦ ن/ق فإن ذلك يعبر عن ٦٠٪ HRR ، ٧٣٪ HRmax ، ويعتبر كرفونين ذلك هو حد العتبة الفارقة اللاهوائية (نقطة تكسير التهوية).

ويتحدد معدل نبض القلب وقت الراحة بلمس الشريان الكعبرى (عند المعصم) ، أو الصدغى (أمام الأذن) أو الشريان السباتى (فى الرقبة) ، ويحذر غلق الشريان بصورة تامة. وأفضل قياس لنبض وقت الراحة هو قبل النهوض من النوم فى الصباح.

ويقاس النبض لمدة ١٥ث. ويضاعف أربع مرات لمعرفة عدد الضربات في الدقيقة، والوقت يحتسب بدءً من أول إحساس بالنبض، ولكن العدّ يبدأ مع الضربة الثانية، والسيب في ذلك أن ضربة القلب تستغرق وقتا ما بين ضربتين متتاليتين أو أكثر، ولذلك فلمزيد من الدقة فإن أول ضربة بعد اللمس والإحساس بالشريان لا تحتسب.

والتحديد المباشر لأقصى معدل لضربات القلب صعب ويرتبط بمستوى لياقة الفرد ويكون بجهاز الرسم الكهربي لنبض القلب. ومع ذلك فإن أفضل تقيم مقبول يعتمد على عمر اللعب ويكون كالتالي:

HRmax = 220-age

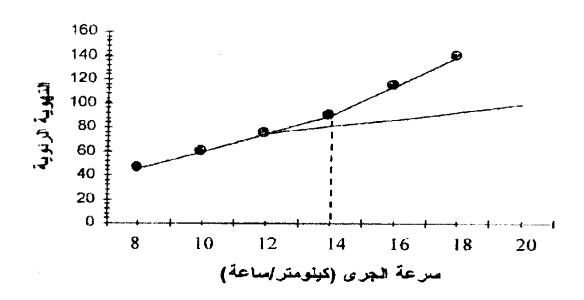
ومثال لذلك: شخص عمرة ٢٠ سنة، فإن أقصى نبض لديه يكون ٢٢٠–٢٠ = ٢٠٠ ن/ق، ومن المهم أن يتعلم الرياضيين كيف يقيسون نبضات قلوبهم خلال موسم التدريب، ولكن مع صعوبة أخذ نبض القلب أثناء التمرين، ولذلك فإن قياس النبض بعد التمرين مباشرة، ولفترة ٦ أو ١٠ ثوان يكون مؤشراً فعالاً لحالة نبض القلب أثناء التمرين: وذلك بمضاعفة الـ (٦ث × ١٠) والـ (١٠ث× ٦) حتى نحصل على نبض القلب في الدقيقة.

وهناك طريقتان تعتمدان على العتبة الفارقة اللاهوائية، وكلاهما يتطلب التطبيق في المختبر العلمي وهما :

١- طريقة التهوية الرئوية في الدقيقة والعتبة الفارقة اللاهوائية

من المعروف أن التهوية الرئوية في الدقيقة تزداد بصورة طردية كلما زاد الحمل البدني حتى ظهور العتبة الفارقة (وهي بداية ظهور حمض اللاكتيك بالدم) وعندها نجد أن معدل الزيادة الذي كان منتظما قد زاد بسرعة كبيرة، والشكل التالي يوضح كيف يمكننا تحديد شدة التدريب لعداءى التحمل، حيث يكون

العدو على السير المتحرك داخل المختبر، وتقاس التهوية الرئوية عند كل سرعة جديدة، ويلاحظ أن التهوية تزيد بصورة منتظمة فى أول ثلاث سرعات أثناء العدو. ثم بعدها زادت بسرعة كبيرة، وهذه النقطة تمثل بداية العتبة الفارقة اللاهوائية. وفى هذا المثال نجد أن شدة التدريب تكون أما ١٥ كيلو متر/ساعة أو ٩,٣ mph.

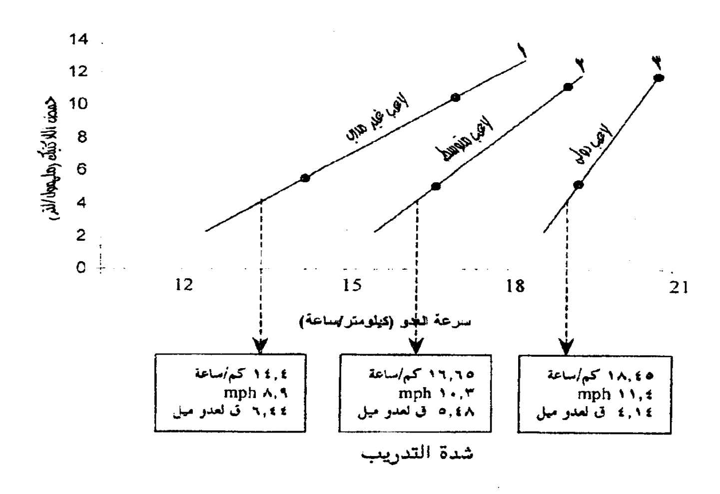


شكل (٧)
علاقة التهوية الرئوية بسرعة الجرى على السير المتحرك

٢ـ طريقة حمض اللاكتيك بالدم والعتبة الفارقة اللاهوائية:

فى هذه الطريقة يستخدم حملان بدنيان أو أكثر لتحديد مستوى حمض اللاكتيك، حيث تركيز اللاكتيك عند مستوى العتبة الفارقة هو (٤ مللىمول/ لتر) حيث (١ مللى مول = ٩ مليجرام / ١٠٠ مليلتر دم) والمثال التالى يوضح ثلاث عداءين، الأول (غير مدرب) الثانى (متوسط وذو خبرة محدودة، الثالث (منافس دولى وذو خبرة عالية).

ومن المتوقع هنا اختلاف شدة التدريب لكل منهم، والتى تتحدد إما عن طريق ضربات القلب أو العتبة الفارقة وفقاً للضغوط الواقعة على جهاز العضلات الهيكلية.



شكل (٨)
مقارنة بين ثلاثة عدائين فى مستويات حمض اللاكتيك

وهنا يتطرق لنا سؤال : أى الطريقتين السابقتين يفضل استخدامها؟

أولاً : يجب أن نعلم أن طريقة ضربات القلب ليست أسهل من طريقة العتبة الفارقة، ومن وجهة النظر العملية فهى أفضل.

ثانياً : القليل من الأبحاث التى استطاعت الإجابة على هذا السؤال، حيث أشارت أنه عندما ترتبط طريقة العتبة الفارقة بقياس حمض اللاكتيك بالدم

لتحديد شدة التدريب ، فإن معدل نبض القلب سوف يصل إلى ٩١٪ من أقصى معدل لنبض القلب (HRmax) (كيندرمان، كول Kindermann & Keul) ولمزيد من الإيضاح، فإن شدة الحمل التى تتطلب أن يصل معدل نبض القلب إلى ٨٠٪ من (HRmax) فإن ٥٥٪ فقط من الأفراد سوف يؤدون الحمل عند أو أعلى من العتبة الفارقة الخاصة بهم (كاتش، فريدسون Katch & Freedson)، ومع ذلك فيمكن تحديد هذه الشدة أيضاً من خلال الجهاز الدورى التنفسى، وضغوط عملية تمثيل الطاقة خلال تدريب التحمل، عند معظم الأفراد يجب أن يكون نبض القلب أثناء التدريب خلال مراحل الموسم التدريبى أكبر من ٨٠٪ من HRmax أو ٨٠٪ من HRR .

تحديد تكرار وفترة دوام التدريب
Determining frequency and Duration of Training

عموما فإن زيادة التكرارات وفترات الأداء يعود بالفائدة على مستوى اللياقة البدنية للأفراد، وهى حقيقة هامة ترتبط بتدريب التحمل (فوكس، ماتيوس)، (رولاوك Rollock)، ومثال لذلك فإن مزيد من التكرارات (٤ مرات أسبوعياً، بدلاً من ٢) وفترة الدوام (١٣ أسبوع مقابل ٧ أسابيع) فى برنامج تدريب للتحمل يؤدى إلى أن تكون الضغوط الواقعة على الجهاز الدورى التنفسى أقل، وذلك خلال التمرين الأقل من الأقصى (فوكس وماتيوس).

لذا نوصى بأن تكون عدد مرات التدريب فى الأسبوع فى برامج التحمل ما بين (٣-٥ أيام أسبوعياً)، وللسرعة (العمل اللاهوائى) ثلاثة أيام أسبوعياً. وهذه القاعدة تسرى على جميع الرياضات عدا ألعاب القوى والسباحة والتى عادة ما تكون ٥ أيام أسبوعياً للاعبى السرعة، و٦-٧ أيام أسبوعياً للاعبى التحمل، ويجب أن نعلم أن التدريب فترة واحدة كل يوم أفضل من التدريب

مرتين أو ثلاثة كل يوم، لأن هذا لا يؤدى إلى لياقة أفضل أو إلى زيادة مستوى الأداء، كما يجب أن نعلم أن أساسيات التدريب تعتمد على الشدة، التكرار، الاستمرارية (فترة الدوام) وتعتبر الشدة أهمها:

مراحل التدريب Training Phases

١- خارج الموسم **Off- season**

٢- قبل الموسم **Preseason**

٣- فى الموسم (داخل الموسم) **In- season**

ومن المعتاد التغيير الدائم من مرحلة إلى أخرى وفق متطلبات كل مرحلة .

جدول (١٠)

إرشادات تقدير الشدة، التكرارية الإستمرارية، ومسافة التدريب فى برامج العمل الهوائى (التحمل) واللاهوائى (السرعة) للعدائين

عامل التدريب	التدريب الهوائى	التدريب اللاهوائى
الشدة	ضربات القلب ٨٠-٩٠٪ من مستوى HRR أو = ٨٥ - ٩٥ HRmax	ضربات القلب ١٨٠ نبضة / دقيقة أو أكثر
التكرارات	٢٤-٥ أيام كل أسبوع	٣ أيام فى الأسبوع
مرات التدريب اليومية	١	١
الإستمرارية (عدد الأسابيع)	١٢-١٦ أسبوع أو أكثر	٨-١٠ أسبوع
مسافة التدريب	٣-٥ ميل	١,٥-٢ ميل

١- التدريب خارج الموسم Off season training

إن التدريب خلال هذه الفترة بصفة عامة غير محدد وكل ما تتطلبه هذه الفترة المحافظة على معدل نشاط الفرد وخاصة فيما يتعلق بوزن الجسم عند أفضل مستوى له رياضياً، ونقترح هنا أن تشمل برامج التدريب بعض أو كل ما يلى:

١- برنامج التدريب بالأثقال للتأكيد على تنمية القوة، التحمل العضلي وقوة المجموعات العضلية المرتبطة بشكل مباشر وبدقة بنوع الرياضة المستخدمة.

٢- بشكل غير رسمي يمكن استخدام ٨ أسابيع من البرنامج للجرى منخفض الشدة بما لا يزيد عن مرتين في الأسبوع، ويجب أن يتزامن ذلك مع تدريب الأثقال (للاعب المضمار).

٣- المشاركة في الأنشطة الرياضية والألعاب الترويحية إلى أبعد حد من أجل الاسترخاء والسرور والتمتع.

٤- المشاركة بشكل فعال في نشاط رياضي محدد يساعد على تنمية بعض مهاراتها مثل كرة السلة.

٢- تدريب ما قبل الموسم Preseason training

تشمل هذه المرحلة الـ (٨-١٠ أسابيع التى تسبق المنافسة) والبرنامج التدريبى هنا يجب أن يشمل زيادة في الأحمال للوصول لأقصى مستوى لعمليات تنظيم الطاقة السائدة واللازمة لأداء السباق.

٣- التدريب داخل الموسم In- season Training

تؤكد معظم البرامج التدريبية فى الرياضات المختلفة على تنمية المهارات، مما يؤدى إلى المحافظة على الزيادة التى حدثت فى قدرات تنظيم الطاقة، ويمكن أن يراعى الآتى فى البرنامج.

١- أن يكون هناك يوم أو أثنين كل أسبوع للتدريب مع برنامج مشابه للذى استخدم فى فترة ما قبل الموسم.

٢- التدريب بالأثقال مرة كل أسبوع بالتناوب للجزء العلوى من الجسم والجزء السفلى منه.



٣- أن التدريب يفيد ليس فقط فى تنمية المهارات، ولكن أيضاً يساعد فى المحافظة على اللياقة البدنية، ولتحقيق ذلك فالتدريبات يجب أن تكون على درجة كافية من الشدة والاستمرارية وفترة الدوام لكي تحدث ضغوطا على المجموعات العضلية المرتبطة بالنشاط. والجدول التالى يعرض ملخص لبعض البرامج لمراحل التدريب المتعددة.

جدول (١١)
ملخص لمحتوى برامج التدريب للمراحل المختلفة

خارج الموسم off-season	قبل الموسم Pre- season	داخل الموسم In- season
١- تدريب بالأثقال لمدة ٨ أسابيع	١- جرى عالى الشدة لمدة ٨ أسابيع ٣ يوم/أسبوع	١- جرى ذو شدة عالية، ١ -٢ يوم/أسبوع
٢- جرى عام منخفض الشدة (٨ أسابيع)، ١-٢ يوم كل أسبوع	٢- تدريب بالأثقال ٢-٣ يوم/أسبوع	٢- تدريب بالأثقال - يوم/أسبوع
٣- المشاركة فى رياضات أخرى	٣- عرض أفلام - تعليم النواحي الفنية - تدريبات على بعض المهارات	٣- تدريبات على المهارة
٤- تدريب شديد لأقصى مدى خاص بالرياضة الخاصة لتنمية مهاراتها		٤- تدريبات احتكاكية Scumbags
		٥- تنظيم تدريبات تنافسية

(*) ملحوظة : يجب أن يكون برنامج التدريب تخصصى، فمثلاً السباحين يجب أن يستخدموا برنامج سباحة .

التمرينات التمهيدية (الإحماء) Preliminary Exercise (warm-up)

أشارت الدراسات العلمية القليلة أن الأداء البدني الذى لا يسبقه إحماء لا يختلف عن الأداء الذى يأتي بعد إحماء (كاربوفيتش . هال Karpovich & Hale) (ماتيوس، سنيدر mathews & Snyder)، (سكابك، هودجكنز Skubic & Hodgkins) وخاصة العمل البدني قليل الشدة، ومن ناحية أخرى، فهناك بعض الدراسات أظهرت أهمية أداء الإحماء قبل أداء العمل البدنى الشديد أو قبل أداء المنافسة (أسموسين، بوجى Asmussen & Boje) (برج واكبلوم Bergh & Ekblom) (كارليل Carlile)، (مارتن، روبنسون، وجمان، آليك Martin & Robinson & wiegman & Aulick)، (لونجر، ستروم Longer & Stromme)، (ميشيل، سكابك، روشيل Michael, Skubic & Rochelie)، (باشكو Pacheco).

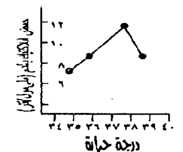
وهناك العديد من الأسباب الفسيولوجية التى تتطلب أداء تمرينات الإحماء، ومثال لذلك، زيادة درجة حرارة الجسم والعضلات والتى تعزز الزيادة فيما يلى:

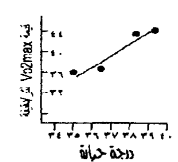
١- نشاط الإنزيمات وكذا استجابات عملية التمثيل الغذائى وفقاً لنظم الطاقة .

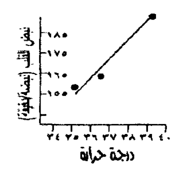
٢- زيادة تدفق الدم والأكسجين المتاح .

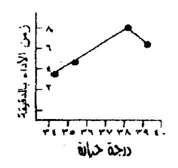
٣- النقص فى زمن الانقباض ورد الفعل المنعكس .

والشكل التالى يوضح بعض التغيرات وارتباطها مباشرة بدرجة حرارة العضلات.









شكل (٩) درجة حرارة العضلات (C°) وعلاقتها ببعض المتغيرات الفسيولوجية



يلاحظ من الشكل أن أعلى درجة حرارة تتناسب مع أعلي مستوى لاستهلاك الأكسجين وضربات القلب. كما أنه خلال الأداء لا تحدث زيادة لأعلى درجة حرارة للعضلات، كما يحدث انخفاض في مستوى حمض اللاكتيك بالدم. ويجب أن نأخذ في الاعتبار أن التدريب الشديد المفاجئ قد يتلازم مع كمية دم غير كافية التى تذهب إلى القلب، وعلى ذلك فإن التدريبات التمهيدية تمنع حدوث هذا الخطر، ويوصى فوكس ومايتوس بالتدريبات التمهيدية التالية:

١- تدريبات المطاطية لتنمية المرونة.

٢- تدريبات تقوية للذراعين والكتفين وعضلات البطن .

٣- أداء شكل النشاط الذى سيستخدم خلال التدريبات ولكن بشكل مختصر، وذلك لزيادة استعداد الجسم للمجهود الأقصى.

تمرينات الإطالة Stretching Exercises

منها كمثال الوصول للمس الأرض من الوقوف دون ثني الركبتين، أو تناوب لمس أصابع القدمين، ويجب أن تؤدي مرات عديدة قبل كل تدريب، وهذه التمرينات تؤدى إلى:

١- زيادة المدى الحركى للمفاصل، مما يمكن من أداء المهارات بصورة أفضل.

٢- وقاية العضلات من تمزق أليافها، وزيادة ارتباط الأنسجة ضد الألم.

٣-تأمين العضلات من زيادة التوتر أثناء الراحة عبر الأكتاف وحول منطقة الرقبة.

وننصح هنا أن مثل هذه التمرينات يجب أن تؤدى عشر مرات على الأقل قبل الدخول فى التدريب.

تمرينات التقوية Calisthenics

يجب أن تؤدى تمرينات التقوية بعد تمرينات المرونة الروتينية، وهذه التمرينات فعالة فى تحسين الانقباضات العضلية وزيادة درجة حرارة العضلات العاملة، ويجب أن تشمل تمرينات للمجموعات العضلية الرئيسية، وبصفة خاصة المرتبطة بنوع النشاط الذى يمارسه الفرد، ولكن يجب عدم الإفراط فى استخدامها حتى لا يصل الفرد للتعب، والوقت الذى يحتاجه لأدائها فى فترة الإحماء يجب أن يكون فى حدود ٥-١٠ دقائق فقط.

شكل النشاط Formal Activity

يجب أن تحتوى المرحلة الأخيرة من الإحماء على أداء النشاط المستخدم فى الرياضة التى يمارسها الفرد، ومثال لذلك، ففى كرة السلة يجب أن يتضمن الإحماء الرمى والمسك والاحتكاك، وهذا النوع يحقق غرضين هما:

١- ضمان تحقيق النواحى الفسيولوجية الخاصة مثل زيادة درجة حرارة العضلات العاملة وتدفق الدم بشكل مباشر فى العضلات المراد إجراء الإحماء لها.
٢- زيادة التوافق بين اليد والعين وبعض الجوانب الميكانيكية للنهايات العصبية للعضلات والمرتبطة أيضاً وبشكل مباشر بنوع الرياضة المستخدمة.

التهدئة Warm – Down or cool-Down

إن من الشائع فى التدريب الرياضى استخدام التمرينات البدنية المنظمة للتهدئة، شريطة أن تكون خفيفة أو معتدلة الشدة، وتؤدي بعد المنافسة مباشرة أو بعد فترات التدريب، وتبدو أهميتها للسببين الفسيولوجيين التاليين:

١- أن مستوى الدم وحمض اللاكتيك يقل بصورة أكثر سرعة عند أداء تمرينات التهدئة لاستعادة الاستشفاء.

٢- أن النشاط المعتدل الذى يأتي بعد التدريب الثقيل يساعد فى المحافظة على ضخ الدم للعضلات، وتلك الوسيلة تمنع الدم من التجمع فى الأطراف وعلى الأخص الرجلين حيث أن عملية الضخ تساعد على عودة الأوردة لحالتها وذلك عن طريق تأخير الانقباض والانبساط للعضلات العاملة.

ويمكننا أن نقول أن فاعلية وتأثير التهدئة يماثل فعالية الإحماء، ولكن شريطة أن يكون الأداء في الاتجاه المعاكس، ومن المفضل أن يكون شكل التدريب مماثلاً بشكل مباشر التدريب أو المنافسة المستخدمة، مثل الجرى الخفيف أو المشى يأتى فى فترات التهدئة بعد الجرى الشديد، ويتبع ذلك بعض تمرينات التقوية الخفيفة ثم يليها بعض تمرينات المرونة.

طرق التدريب Training Methods

إن التنمية فى مستوى الأداء الرياضي تأتي نتيجة دقة تنفيذ طرق التدريب المستخدمة بواسطة المدربين، وكلها تهدف إلى تنمية القدرات الهوائية للطاقة (التحمل) واللاهوائية (السرعة) وسوف نستعرض هذه الطرق وكيف يمكنها تحقيق النجاح فى تنمية مستوى الأداء.

١- التدريب الفترى Interval Training

وهو عبارة عن تكرارات متتالية لفترات تدريبية بالتناوب مع فترات من الراحة وعادة ما تتشكل فترات الراحة من تدريبات خفيفة أو متوسطة. ولكى نفهم هذه الطرق سوف نتناول موضوع إنتاج الطاقة والتعب أثناء العمل المتقطع.

إنتاج الطاقة والتعب أثناء العمل المتقطع.
Energy production and Fatigue During intermittent work

لتوضيح الاختلاف بين العمل المتقطع والمستمر، نفترض أنك جريت باستمرار أطول مسافة ممكنة وبأشد قوة لمدة دقيقة واحدة، ومن ناحية أخرى، إذا جريت بنفس الطريقة ولكن متقطعا لمدة عشر ثوان فقط مع وقت راحة قدرة (٣٠ث) بين كل مرة وأخرى، وكررت ذلك ٦ مرات، أى (٦ جرى/١٠ ث = دقيقة واحدة)، وهنا سنجد أن درجة التعب نتيجة الجرى المتقطع ستكون أقل نسبيا والسؤال هنا... لماذا ؟ والسبب فى ذلك يمكن أن نفسره فسيولوجيا. حيث تكون الإجابة فى اختلاف التفاعل بين نظام الفوسفوجين (ATP–PC) وبين نظام الجلكزة اللاهوائية (LA)، حيث العمل المتقطع يستخدم نظام الفوسفوجين، والجرى المستمر يستخدم الجلكزة اللاهوائية، وهنا سيكون التزود بالطاقة أثناء الأداء بواسطة نظام الجلكزة اللاهوائية أقل نسبيا، وهذا يجعل نظام الفوسفوجين أكثر استخداماً فى التزود بالطاقة أثناء الجرى المتقطع (فوكس، وجمان)، (مارجاريا، كريتلى Mqrgaria & Cerretelli).

تعويض ثلاثى فوسفات الأدينوزين، والفوسفوكرياتين Replenishing ATP & PC

إن نظام حمض اللاكتيك للحصول على الطاقة يقلل من مخزون ATP-PC وذلك خلال الجرى المتقطع بالمقارنة بالجرى المستمر. والسؤال هنا.. م ا هو الأسلوب الذى تستهلك على أساسه الطاقة خلال فترات الراحة الفترية؟ من المعروف أن جزء من مخزون العضلة من الطاقة ATP-PC يستنزف خلال العمل الفترى. وهذا يمكن تعويضه عن طريق النظام الهوائى (هيلتمان، ماك لينين Hultman & McLennan)، (مارجاريا، كيرتيلى Margaria &

Cerretelli)، (سالتين، أسين **Saltin & Essen**). ومن ناحية أخرى فإنه خلال فترات الراحة الفترية فإن جزء من الدين الأكسجيني بالإضافة إلى جزء من مخزون المايوجلوبين المتحد معه الأكسجين سوف يستكمل خلال فترات الراحة (استراند، هيدمان **Astrand & Hedman**)، (كريستنسين. سالتين **Christensen & Saltin**)، وهكذا ... ففي حالة الجرى الذى يليه فترة راحة فترية، فإن مخزون الطاقة من الـ**ATP-PC**، O_2، المايوجلوبين سوف يستكمل مرة أخرى بشكل يتناسب مع مصدر الطاقة. وهكذا فالطاقة الناتجة عن النظام اللاكتيكى سوف تكون احتياطية ولن يتراكم هذا الحمض بسرعة، أما فى حالة الجرى المستمر فإن مخزون الطاقة من الـ **ATP-PC** سوف يستنفذ بعد قليل من الوقت أثناء الجرى أو الثوانى الأولى منه، ولن يستكمل أو يستعاض حتى ينتهى أداء المجهود، وفى هذه الحالة، فإن الطاقة الناتجة فى شكل الـ**ATP** من نظام الـ**LA** سوف تنتهى مبكراً أثناء الجرى، وسوف يتراكم حمض اللاكتيك بسرعة وبمستويات مرتفعة، وكل هذا يظهر عن التطبيق أثناء التدريب، وسيكون هناك اقتصاد فى التعب أثناء العمل المتقطع، وهذه الميزة الوحيدة لهذا النوع من العمل، وهذا يظهر أهمية التدريب الفترى، وهذا يوضح أن شدة العمل المتقطع تزيد كثيراً بما يعادل ضعفين ونصف مستوى الشدة فى العمل المستمر.

إن التفاعل بين نظامى الـ**ATP-PC, LA** خلال العمل المتقطع يتنوع أيضاً وفق نوع النشاط الممارس، وفترات الراحة المستخدمة. ونحن نوصى أنه خلال التدريب الفترى فإن الراحة البينية يجب أن تحتوى على عمل بدنى خفيف أو متوسط، أما استخدام العمل الشديد خلال الراحة الفترية سوف يزيد من تراكم حمض اللاكتيك. وهذا يجعلنا ننادى بأهمية تنمية نظام الطاقة المناسب لنوع النشاط المستخدم. وسوف نوجز الآن فوائد استخدام العمل المتقطع فيما يلى:

١- يـزيد من مخزون الطاقة ATP-PC، وهذا بالتالى قد يؤخر بداية ظهور التعب بدون الاعتماد بشكل كبير على عملية الجلكزة اللاهوائية.

٢- أن الاختـيار الصـحيح لفترة دوام ونوع الراحـة الفترية، سوف يؤدى إلى تنمية عمليات الجلكزة اللاهوائية إلى حدها الأقصى.

٣- تنمـية نظـام الطاقـة الهوائـى نتـيجة نمـو نظام تبادل الأكسجين، وذلك عند استخدام العمل الفترى الطويل مع العديد من التكرارات والراحات الفترية.

مصطلحات التدريب الفترى Interval Training Terms!

هناك العديد من التعبيرات المميزة لوصف التدريب الفترى، أهمها أن العمل الفترى يحتوى على عمل فترى عالى الشدة، أما الراحات الفترية فيجب أن تكون مختصرة وفى مجموعات وتحتوى على:

١- نشاط خفيف مثل المشى.

٢- عمل متوسط أو معتدل مثل الجرى الخفيف.

٣- يمكن الدمج بين النقطتين السابقتين.

وعن العلاقة النسبية بين العمل والراحة الفترية، فيمكن أن تكون كالتالى:

(١ : ١/٢ ، ١ : ١ ، ١ : ٢ ، ١ : ٣)

فالنسبة (١ : ١/٢) توضح أن وقت الراحة نصف وقت أداء العمل، وهكذا فإن النسبة (١ : ٣) توضح أن فترة الراحة ثلاثة أضعاف فترة العمل .. وهذا يوضح لنا أن العمل الفترى ذو الفترة الزمنية الطويلة عادة ما يستخدم معه نظام النسبة (١ : ١/٢) أو (١ : ١). أما العمل المتوسط فى فترة أدائه فتكون العلاقة (١ : ٢)، والعمل القصير وذو الشدة العالية فيكون (١ : ٣).

المجموعات الفترية: هى تسلسل العمل والراحة، مثل (٦ × ٢٢٠ ياردة جرى) مع راحة فترية.

التكرارات Repetitions: هى عدد مرات أداء العمل الفترى فى المجموعة الواحدة، مثل (٦ × ٢٢٠ ياردة جرى)، فهى عبارة عن مجموعة واحدة تكرر ست مرات.

فترة التدريب TrainingTime: هى المعدل الذى يتم من خلاله العمل الفترى، مثل: كل ٢٢٠ ياردة جرى، يجب أن تؤدى فى ٣٣ ثانية.

فترة الدوام Frequency: هى عدد مرات الأداء فى الأسبوع.

وصف التدريب الفترى Interval Training Prescription

وهو الأداء الذى له صلة وعلاقة بالتدريب الفترى، وعادة ما يشمل (عدد المجموعات، عدد التكرارات، المسافة أو الزمن الذى يستغرقه الأداء الفترى، زمن التدريب، زمن الراحة الفترية). ويمكن كتابتها بالشكل التالى:

مجموعة واحدة ... ٦ × ٢٢٠ فى ٠,٣٣ (٣٩ : ١)

جدول (١٢)
وصف كتابة جرعة من التدريب الفترى

المجموعات	التكرارت	العمل الفترى		زمن الراحة
		مسافة التدريب	زمن التدريب	
"واحدة"	• جرى مسافة ٢٢٠ ياردة مرة واحدة، تكرر مرة واحد • ٢٢٠ ياردة جرى ست مرات	٢٢٠ ياردة	أداء مسافة الـ ٢٢٠ ياردة فى ٣٣ ثانية	الراحة دقيقة و ٣٩ ثانية بين كل تكرار
مجموعة واحدة	٦	٢٢٠	٠,٣٣	(٣٩ : ١)

متغيرات التدريب الفترى An Interval Training Variables

إن مبدأ الحمل الزائد يطبق فى التدريب الفترى، حيث يتم من خلال معالجة المتغيرات التالية :

١- معدل ومسافة العمل الفترى .

٢- عدد مرات التكرار خلال كل عمل.

٣- الراحة الفترية أو الزمن بين كل عمل فترى وآخر.

٤- نوع النشاط خلال الراحة الفترية.

٥- عدد مرات التكرار فى الأسبوع.

وهناك العديد من المميزات للتدريب الفترى عند مقارنته بالطرق الأخرى وتتمثل فى:

١- دقة التحكم فى العبء الواقع على الجسم.

٢- يحدث تنمية يوما بعد يوم.

٣- يحدث تنمية سريعة فى نظام الطاقة بصورة أسرع من الطرق الأخرى.

٤- لا يتطلب تجهيزات خاصة، كما يمكن أدائه فى أى مكان.

اختيار نوع العمل الفترى
Selecting The Type Of Work For The Work Interval

يجب أن تكون تدريبات العمل الفترى مناسبة لنوع الرياضة الممارسة، فالسباحين يجب أن يتدربوا على البرامج الخاصة بهم وفق احتياجاتهم، وكذلك لاعبى ألعاب القوى فمثلاً العداءون يستخدمون الجرى، أما فى حالة التكيف العام، فيجب أن يكون نوع العمل المختار ممتعا للأفراد.

معالجة المتغيرات Manipulation of Variables

ذكرنا من قبل هذه المتغيرات ويجب مراعاتها عند تصميم البرامج الفترية منها معدل ومسافة العمل الفترى **Rate and Distance of work interval** حيث يتصف التدريب الفترى بطول فترة الدوام مع الشدة المنخفضة، أو فترة الدوام القليلة مع الشدة المعتدلة، أو أداء مجهود الفترة قصيرة مع الشدة المرتفعة. كما يتصف بأنه يشمل الاعتماد على نظام للطاقة يعزز هذا الأداء. وعلى ذلك فمعظم الأنشطة يوصف لها التدريب الفترى مع مراعاة زمن الأداء ومن خلال هذا الزمن يمكن تحديد نظام الطاقة المناسب والغالب لهذا النوع من الأداء. والسؤال هنا كيف يمكن تحديد معدل العمل المناسب؟ هناك العديد من الطرق بحيث تكون الشدة مناسبة، نذكر منها ما يلى :

١- هناك طريقة واحدة قابلة للتطبيق على الرغم من نوع العمل أو النشاط المستخدم، ويكون الأساس فيها استجابة ضربات القلب خلال أداء العمل الفترى. فضربات القلب المستهدفة (**THR**) لمعظم التدريب الفترى يجب أن تعتمد على النسبة المئوية لمعدل احتياطي نبض القلب أو أقصى معدل لضربات القلب (**HRmax**).

فلدى الرياضيين وطلاب المدارس الثانوية والجامعات يكون معدل ضربات القلب ما بين ٨٠-٩٠٪ من احتياطى نبض القلب (**HRR**) أو ما بين ٨٥-٩٥٪ من أقصى نبض للقلب (**HRmax**) وهناك فائدة أخرى أساسية وهى الربط بين قياس نبض القلب وتدريب العمل الفترى، وذلك بزيادة العمل الفترى حتى يصل النبض إلى ١٨٠ ن/ق على الأقل. ويعتبر نبض القلب مؤشرا بدرجة كبيرة لشدة العمل الفترى.

٢- الطريقة الثانية قابلة للتطبيق على الرغم من نوع العمل المستخدم، ويكون الأساس فى هذه الطريقة عدد مرات تكرار العمل الفترى الذى يمكن أن يؤدى بحيث لا تسبب التعب الشديد للاعب.

٣- يذكر ويلت **Wilt** أنه يجب أن تكون طريقة التدريب اللازمة لتحديد معدل العمل اكثر سهوله، فمثلاً يجب أن يكون زمن أداء التدريب لمسافات من (٥٥ -٢٢٠ ياردة) ما بين (١,٥-٥ث أبطئ على التوالى) من أفضل زمن مقاس لهذه المسافات فى بداية أداء الجرى. فإذا كان الفرد يستطيع جرى ٥٥ ياردة فى ٦ ثوان فإن وقت التدريب لهذه المسافة يجب أن يكون ٦+ ١,٥ = ٧,٥ ثانية، والجرى مسافة ١١٠ -٢٢٠ ياردة تضيف من ٣-٥ ث على التوالى، ويجب أن نعلم أن أفضل الأزمنة يمكن الحصول عليها فى بداية الجرى، وفى الـ ٤٤٠ ياردة يكون الزمن أقل بـ ١-٤ ث؛ وإذا كانت مسافة التدريب أكبر من ذلك، فإن كل ٤٤٠ ياردة منها يكون معدل سرعتها أقل بـ ٣-٤ ث والجدول التالى يوضح هذه الطريقة.

جدول (١٣)
إرشادات تحديد معدلات العمل اللازمة للجرى والسباحة
فى برامج التدريب الفترى

مسافة التدريب		معدل العمل
جرى	سباحة	
٥٥ ياردة	١٥ ياردة	١,٥ ث ⎫ أبطئ من أفضل زمن عند بداية الأداء
١١٠ ياردة	٢٥ ياردة	٣ ث ⎬ أبطئ من أفضل زمن عند بداية الأداء
٢٢٠ ياردة	٥٥ ياردة	٥ ث ⎭ أبطئ من أفضل زمن عند بداية الأداء
٤٤٠ ياردة	١١٠ ياردة	من ١-٤ ث أسرع من معدل ٤٤٠ ياردة جرى أو (١١٠ سباحة) عن أفضل زمن الميل للجرى أو (٤٤٠ للسباحة)
٦٦٠-١٣٢٠	١٦٥-٣٣٠	٣-٤ ث أبطئ من المعدل فى ٤٤٠ جرى أو (١١٠ سباحة) عن أفضل زمن للميل للجرى أو (٤٤٠ للسباحة)

عدد التكرارات : Number of Repetitions

إن عدد مرات التكرار فى التدريب الفترى هى فى الحقيقة تحديد لطول فترة التدريب، فإذا كانت المسافة للجرى. ٢٢٠ ياردة يفضل أن تكون التكرارات ما بين ١٢-١٦ تكرار.

فترة الدوام ونوع الراحة الفترية Duration and Type of Relief Interval

هناك اعتباران هامان يجب مراعاتهما عند التعامل مع الراحة الفترية وهما :

١- الوقت المخصص للراحة الفترية.

٢- نوع النشاط المستخدم خلال فترة الراحة الفترية.

١- الوقت المخصص للراحة الفترية

يعتبر معدل نبض القلب خلال فترة استعادة الاستشفاء بعد العمل الفترى دلالة قوية لكفاءة الفرد فسيولوجيا لأداء العمل التالى. ويذكر فوكس، بارتلز **Fox & Bartels** أن نبض القلب عند الذكور والإناث تحت ٢٠ سنة الرياضيين والغير رياضيين يجب أن ينخفض حتى ١٤٠ن /ق بين التكرارات وإلى ١٢٠ ن/ق بين المجموعات.

٢- نوع الراحة الفترية

والسؤال هنا ماذا نفعل خلال الراحات الفترية، وما العلاقة بينها وبين نظام الطاقة الذى نرغب فى تنميته؟ إن نوع النشاط خلال الراحة الفترية يجب أن يتكون من:

أ- راحة، بمعنى أداء أى حركات معتدلة مثل المش، أو ثني الذراعين والرجلين .
ب- تمرينات خفيفة أو متوسطة تشمل الجرى الخفيف أو المشى السريع .
ج- الدمج بين النقطتين (أ، ب).

والنوع الأول (أ) يستخدم فى برامج التدريب المخصصة لتنمية نظام **ATP-PC** لأنه سيساعد على إعادة مخزون العضلات منه حتى يصبح المصدر الرئيسى للطاقة فى العمل الفترى الشديد والقصير، وعندما تزداد الضغوط التى يتعرض لها الفرد فسوف يحدث تغير فى نظام الطاقة فيصبح نظام اللاكتيك هو السائد.

وأخيراً...

إن التدريب الفترى هو طريقة التدريب الأكثر شيوعا فى العاب المضمار والسباحة، ويستخدمه المدربون لتنمية التكيف مع الأداء، وأن الوصول لأفضل الفوائد يعتمد على حالة الفرد نفسه، وعلى ذلك فإن برنامج التدريب الفترى

يختلف من لاعب، لآخر. ففي كل الرياضات، يعتبر التدريب الفترى طريقة مؤثرة جدا فى تدريب الرياضيين، كما يستخدم لتنمية معدل التكيف لدى الأفراد الممارسين. وعلى ذلك فالتدريب الفترى يعتبر من أفضل النظم لتدريب الرياضيين فى أى نشاط رياضى، بالإضافة إلى أنه هام جداً فى تنمية اللياقة البدنية لغير الرياضيين .

ويمكننا أن نوجز نظام التدريب الفترى فيما يلى :

١- حدد أى نظم الطاقة الذى يحتاج لتنمية .

٢- اختار نوع النشاط (التمرين) الذى يجب استخدامه أثناء العمل الفترى .

٣- تحديد الزيادة المطلوبة فى الشدة المستخدمة (التقدم التدريجى بالحمل الزائد) من خلال برنامج التدريب .

٤- استخدم الجدولين التاليين، واكتب مواصفات التدريب وفقاً للمعلومات المتوفرة فى هذه الجداول أمام نظام الطاقة الرئيسى الذى تستخدمه للنشاط المختار .

جدول (١٤)

مواصفات التدريب الفترى وفقاً لزمن التدريب

نظام الطاقة الرئيسية	زمن التدريب	مرات التكرار	المجموعات التدريب	عدد التكرارات فى المجموعات	النسبة المئوية العمل-الراحة	نوع الراحة الفترية
ATP-PC	٠ :١٠	٥٠	٥	١٠	٣ : ١	راحة — راحة فترية (مثل الجرى وتمرينات الثنى)
	٠ :١٥	٤٥	٥	٩		
	٢٠:٠٠	٤٠	٤	١٠		
	٠ :٢٥	٣٢	٤	٨		
ATP-PC-LA	٠ :٣٠	٢٥	٥	٥	٣ : ١	عمل — راحة فترية (مثل تمرين خفيف معتدل والجرى الخفيف
	٤٠ — ٥٠	٢٠	٤	٥		
	١ -١:١٠	١٥	٣	٥		
	١-٢٠	١٠	٢	٥	٢ : ١	

تابع جدول (١٤)

نظام الطاقة الرئيسية	زمن التدريب	مرات التكرار	المجموعات التدريب	عدد التكرارات في المجموعات	النسبة المئوية العمل-الراحة	نوع الراحة الفترية
$LA-O_2$	٢:٠٠—٣:١	٨	٢	٤	٢:١	عمل - راحة
	٢:٤٠—٢:١٠	٦	١	٦		راحة — راحة
	٢,٥٠—٣:٠٠	٤	١	٤		
O_2	٤:٠٠—٣:٠٠	٤	١	٤	١:١	راحة — راحة
	٥:٠٠—٤:٠٠	٣	١	٣	١ : ½	فترية

جدول (١٥)

مواصفات التدريب الفترى وفقاً لمسافة التدريب

فى رياضتى الجرى والسباحة

نظام الطاقة الأساسي	مسافة التدريب جرى	مسافة التدريب سباحة	تكرارات كل تدريب	مجموعات كل تدريب	المجموعات التكرارية	% العمل للراحة	نوع الراحة الفترية
ATP-PC	٥٥	١٥	٥٠	٥	١٠	٣:١	راحة - راحة مثل المشى والثنى
	١١٠	٢٥	٢٤	٣	٨	٣:١	
ATP-PC -LA	٢٢٠	٥٥	١٦	٤	٤	٣:١	عمل – راحة مثل تمرين خفيف أو
	٤٤٠	١١٠	٨	٢	٤	٢:١	متوسط أو فترى خفيفي
$LA-O_2$	٦٦٠	١٦٥	٥	١	٥	٢:١	عمل – راحة
	٨٨٠	٢٢٠	٤	٢	٢	١:١	راحة– راحة فترية
O_2	١١٠٠	٢٧٥	٣	١	٣	١ : ½	راحة – راحة فترية
	١٣٢٠	٣٣٠	٣	١	٣		

٢) الجرى المستمر Continuous Running

ويقسيمها ويلت Wilt إلى فئتين.

أ– تدريب الجرى البطيء المستمر.

ب– تدريب الجرى السريع المستمر.

ج– كما يمكن إضافة فئة ثالثة وهى الجرى الخفيف.

وفى جميع هذه الفئات فإن النظام الهوائى (الأكسجين) وهو مصدر الطاقة السائد. وبرامج مثل هذا النوع من التدريب تنمى القدرة على التحمل متمثلة فى الـ Vo_2max.

أ- الجرى البطىء المستمر Continuous Slow- Running

إن هذا النوع يعنى الجرى لمسافات طويلة بطيئة، ويسمى بنظام (LSD) Long Slow, Distance، كما يسمى بتدريب القدرة الهوائية (دانيالز - شاهين Daniels & Sheehen) أن شدة الأداء هنا يجب أن تكون كبيرة نسبيا بحيث يرتفع معدل نبض القلب ما بين ٧٠-٧٥٪ من احتياطى نبض القلب HRR أو حوالى ٨٠-٨٥ ٪ من طريقه HRmax.

وتحديد المسافة فى هذه الطريقة هامة أيضاً، وهى ترتبط بنوع مسافة السباق الخاص بكل عداء، وعموما فالعداءين يجب أن تكون مسافة تدريبهم تعادل من ٢-٥ ضعف مسافة السباق الخاص بهم، فمثلا متسابق مسافة الميل يتدرب على مسافات ما بين ٢-٥ ميل، ومتسابق الـ ٣ ميل من ٦-١٢ ميل، ومتسابق الستة أميال من ١٢-١٨ ميل (ويلت)، كما يستخدم متسابق الماراثون التدريب بالجرى المستمر البطيء (٢٦,٢ ميل) ومتسابق فوق الماراثون (٥٢,٢ ميل) فالعداء تيد كوربت Ted Corbitt وهو لاعب ماراثون سابق (٥٢,٢ ميل) كان جدوله الأسبوعى يشمل على ٣٠ ميل فى يوم الأحد، ٢٠ فيما عاداه فى فترة الصباح (من الاثنين حتى السبت)، هذا بالإضافة إلى ١١,٦ -١٣ ميل فى كل مساء، وهذا يتطلب أربع ساعات تقريبا ولعدة شهور، حتى استطاع هذا العداء جرى ٦٢ ميل ذات يوم، وفى شهر البطولة وصل لأكثر من ٨٠ ميل.

وكان معدل مسافة هذا العداء تستغرق لكل ميل ما بين ٧-٨ دقائق، وهذا يوضح لنا أن القليل جدا من المسافة كان يقطع بسرعة.

بـ الجرى السريع المستمر Continuous Fast-Running

يختلف هذا النوع من التدريب عن التدريب البطيء المستمر في أن سرعة الأداء فيه تكون أسرع، وينتج عن ذلك التعب مبكرا، وبالتالى تكون المسافة أقل، وشدة الجرى فى هذه الطريقة يجب أن تعادل ٨٠-٩٠٪ من الـ **HRR** أو ٨٥-٩٥٪ من **HRmax** فمثلاً عداء الـ ٨٨٠ ياردة يجب أن يجرى ¾ - 1½ ميل مع التكرار لهذه المسافة من (١-٤ مرة)، وعداء الـ ٦ ميل يجب أن يجرى من ٤-٥ ميل من ٢-٣ مرات، بحيث يؤدى خمس دقائق راحة إيجابية بين التكرارات عبارة عن مشى أو جرى خفيف.

جـ الجرى الخفيف Jogging

يستخدم هذا التعبير ليشمل معظم السرعات، ولكنه يعنى الجرى البطيء المستمر (روبي، ديفيز **Roby&Davis**) وخاصة فى عدو الأعداد الكبير من البالغين من أجل اللياقة الصحية، ويجب أن يكون تدريب هذا النوع ٣ مرات أسبوعياً.

(٣) الجرى التكرارى Repetition Running

هذا النوع من التدريب يشبه التدريب الفترى، ولكنه يخالفه فيما يلى:

١- طول فترة العمل الفترى .

٢- درجة الاستشفاء بين التكرارات .

فطول فترة العمل الفترى تكون ما بين ٨٨٠ ياردة، ٢ ميل، والراحة بين التكرارات تكون أطول نسبيا يعود فيها نبض القلب إلى ١٢٠ن/ق، وهذا النوع له شكلين (كيندى **Kinnedy**)، (ويلت **Wilt**) وهما:

أ- الجرى مرة ونصف مسافة السباق وبسرعة أكبر من سرعة السباق .

ب- الجـرى ¾ مسـافة السباق بسرعة أقل أو أبطئ من سرعة السباق والتكرارات يجب أن تكون ١,٥ -٢ ضعف مسافة السباق .

(٤) تدريب تنويع السرعة Speed Play Or Fartlek Training

إن كلمة **Fartlek** كلمة سويدية تعنى تنويع السرعة **Speed play** وهى تشبه طريقة التدريب الفترى، وهى ترتبط بالتبادل بين السرعة والبطيء فى الجرى مثلا بصـورة أكـبر مـن المعـدل الطبـيعى، وهذا ينمى القدرة الهوائية واللاهوائية ويمكن اتباع الآتى:

١- الإحماء بالجرى السهل الخفيف من ٥-١٠ دقائق .

٢- الجرى السريع بسرعة ثابتة أكبر من المسافة بـ ¾ - 1¼ ميل.

٣- المشى السريع لمدة ٥ دقائق .

٤- التدريـب عـلى الجرى الخفيف، ويقطع بعمل سرعة لمسافة ٦٥ إلى ٧٥ ياردة وتكرر حتى يظهر التعب بشكل واضح .

٥- الجرى الخفيف ويدخل فيه من ٣-٤ خطوات سريعة فى بعض الأحيان .

٦- الجرى بسرعة كاملة متزايدة لمسافة ١٧٥-٢٠٠ ياردة .

٧- الجرى بسرعة سريعة لمسافة واحد ميل .

٨- الجرى من ١-١,٥ لفة بالمضمار، وذلك وفقا لمسافة الجرى الخاصة بالمنافسة.

مثال آخر:

١- الجرى الخفيف لمدة ١٠ دقائق للإحماء .

٢- تمرينات تقوية ٤ دقائق .

٣- الجـرى ١-٢ × ¾ - 1¼ مـيل بسـرعة ثابتة تصل إلى ¾ السرعة الكاملة - المشى ٥ دقائق بعد كل مسافة

٤- ٤-٦ × ١٥٠ ياردة بسرعة متزايدة (جرى خفيف ٥٠ ياردة - المشى بخطوة واسعة ٥٠ ياردة، والجرى بسرعة ٥٠ ياردة، والمشى ٥٠ ياردة بعد كلا.

٥- أداء ٤-٦ × ٤٤٠ ياردة جرى بسرعة خفيفة.

٦- المشى ١٠ دقائق.

٧- الجرى المستمر البطيء لمدة دقيقتان .

٨- المشى لمدة ٥ دقائق .

٩- الجرى ٨-١٢ × ١١٠ ياردة فى ١,٥ -٢,٥ ث أبطئ من أفضل مجهود ، الجرى الخفيف ١١٠ ياردة بعد كلا، المشى لمدة ٥ دقائق .

١٠ - الجرى الخفيف واحد ميل، كما فى بداية الإحماء.

(٥) تدريب السرعة Sprint Training

هذا النوع من التدريب يستخدمه لاعبى السرعة لتنمية السرعة (القدرة اللاهوائية) أى نظامATP-PC وكذلك القوة العضلية، وتكون التكرارات فيه بالسرعة القصوى فالعداءين يجب أن يجروا على الأقل ٦٠ ياردة بسرعة حتى يصلوا إلى قمة السرعة وفترة الاستشفاء تكون كاملة.

(٦) السرعة الفترية Interval sprinting

إن السرعة الفترية طريقة من التدريب الذى فيه يتبادل الفرد الرياضى بين أداء ٥٠ ياردة جرى سريع والجرى الخفيف ٦٠ ياردة لمسافة تزيد عن ٣ أميال، ومثال على ذلك، فى جرى ٤٤٠ ياردة يؤدى العداء ٥٠ ياردة سرعة؛ ٦٠ ياردة جرى خفيف، ويكرر ذلك ١٢ مرة لأن التعب يظهر بعد السرعات القليلة الأولى،

فالعداء لن يستطيع جرى السرعات التالية بأقصى سرعة، هذا بالإضافة إلى المسافات الطويلة نسبيا والتى تستغرق كل دورة تدريب (الأكثر من ٣ ميل) مما يجعل هذا النوع من التدريب مناسب لتنمية النظام الهوائى (الأكسجين).

(٧) السرعات المتزايدة Acceleration sprints

هذا النوع من التدريب يرتبط بزيادة سرعة الجرى، من الجرى الخفيف جدا إلى الجرى بخطوات واسعة، وفى النهاية إلى السرعة (دينتيمان **Dintiman**، (ويلت) فهذه المراحل الثلاثة يمكن أن تحتوى على (٥٠) ياردة خفيف، ١١٠ ياردة، بخطى واسعة، ١٢٠ ياردة بسرعة. وفى كل مرحلة تكون فترة الاستشفاء عبارة عن المشى، ومثال على ذلك، فالعداء يمكن أن يؤدى ٥٠ ياردة جرى خفيف، ٥٠ ياردة بخطى واسعة، ٥٠ ياردة بسرعة، ٥٠ ياردة مشى، ثم يكرر ذلك لأن فترة الاستشفاء تكون قريبة من الكاملة. وهذا النوع من التدريب ينمي السرعة والقوة، وأيضا تستخدم هذه الطريقة فى حالة التدريب فى الطقس الباردة حتى يتمكن العداء من الانتقال بالتدريج من السهل إلى الصعب، وكذلك يقلل من فرص إصابة العضلات.

(٨) السرعات المتقطعة Hollow Sprints

هذه الطريقة عبارة عن سرعتان يفصلهما فترة زمنية تشتمل على مجهود بدني بسيط، أما بالجرى الخفيف أو المشى ٦٠ ياردة جرى خفيف، ثم المشى ٦٠ ياردة وكما هو فى التدريب الفترى يجب أن تشمل المسافات التدريبية بعض المسافات الزائدة ولكن يجب ألا تتعدى الـ٢٢٠ ياردة.

تطبيقات لطرق التدريب فى رياضات متنوعة

Application Of Training Methods To Various Sports

إن طرق التدريب المختلفة تختلف محتوياتها من فرد رياضى لأخر وخاصة لاعبى المضمار فمثلا طريقة السرعة المتزايدة والسرعات المتقطعة، والتدريب الفترى، وتدريب السرعة، كلها طرق يمكن تعديلها لتستخدم فى كرة القدم بدلاً من ألعاب المضمار، وذلك كما يلى :

١- ينصح باستعمال السرعة فى المسافات من ٤٠-٥٠ ياردة فقط .

٢- ينصح باستعمال الجرى .

٣- ينصح باستعمال السرعة بين التوقف والجرى (أى جرى بسرعة ٥ ياردات، ثم التوقف والجلوس للمس الأرض، ثم الجرى السريع ٥ ياردات، ثم الجلوس للمس الأرض، وهكذا حتى يقطع اللاعب أجمالي المسافة (٤٠-٥٠ ياردة).

ويجب أن نلاحظ أن هذه التركيبة المتنوعة تشمل نماذج للحركة التى ترتبط بشكل دقيق بمهارات كرة القدم، وهذا يوضح كما ذكر أدجرتون Adgerton أن كل تدريب يسبب تغيرات تظهر بوضوح فى عملية تمثيل الطاقة، وأن معظم التغيرات الناتجة عن التدريب تكون فى الحركة أو تغيرات كيميائية فى الوحدات العصبية الواصلة للعضلات، كما أن تكرار الأداء لمهارة حركية محددة ترتبط بقوة الأداء الذى يسهم بدرجة كبيرة فى تنمية مستوى الأداء.

والسؤال الآن .. أى طريقة من التدريب تستخدم ولأى نوع من الرياضة؟

والإجابة على ذلك يكون فى معرفة كيف تنمى كل طريقة من طرق التدريب نظم الطاقة المختلفة، وهذا يتطلب معرفة نظام أو نظم الطاقة الواجب استخدامها خلال أداء الرياضة المختارة، مما يعطي الفرصة للمدربين لاختيار أفضل طريقة

مناسبة للتدريب لتنمية الأداء للرياضة المحددة أو أى رياضة أخرى. والشكل التالى يوضح نموذج خصائص طرق التدريب المختلفة

جدول (١٦)
نموذج لخصائص طرق التدريب المختلفة

م	طريقة التدريب	نوع النشاط	النموذج
١	السرعات المتزايدة Acceleration sprints	العدو	جرى خفيف ١٢٠ ياردة، المشى بخطوة واحدة من ٥٠-١٢٠ ياردة، المشى ٥٠-١٢٠ ياردة، ثم تكرر
٢	الجرى السريع المستمر Continuous fast Running	العدو من ½-٦ ميل	الجرى ¾ -١,٥ ميل، سرعة سريعة (مثل ٦ ميل ثم واحد ميل سرعة)، تكرر من ١-٤ مرات، الجرى ٨-١٠ ميل، الثبات ثم الجرى السريع
٣	الجرى البطئ المستمر Continuous slow running	عدو (١) ميل	جرى ٣-٥ ميل، ثبات، سرعة بطيئة (مثل ٧,٥ ق لكل ميل سريع). جرى ١٢ -١٨ ميل، ثبات: سرعة بطيئة.
٤	السرعات المتقطعة Houow, T	العدو	سرعة ٦٠ ياردة، جرى خفيف ٦٠ ياردة، مشى ٦٠ ياردة، يكرر لمسافة ٣ ميل.
٥	السرعة الفترية Interval Sprint	العدو	التنوع بين ٥٠ ياردة سرعة مع ٦٠ ياردة جرى خفيف، وتكرر مسافة ٣ ميل
٦	التدريب الفترى		مجموعة واحدة ٤× ٢٢٠ فى ٢٧: (٢١: ١) ٢ ٨×١١٠ فى ١٣: ٠ (٣٩: ٠) ٣ ٨ × ١١٠ فى ١٣: ١ (٣٩: ٠) ١ ١ × ١٣٢٠ فى ٤٥: ٣ (٥٢: ١) ٢ ٢ × ١١٠٠ فى ٢٨: ٢ (٢٩: ١)

تابع جدول (١٦)

م	طريقة التدريب	نوع النشاط	النموذج
٧	جرى التروتة (الجرى الخفيف) Jogging	الترويح	جرى خفيف ٢ ميل فى ١٤ دقيقة
٨	الجرى المتكرر Repetition running		جرى ٣-٤ تكرارات لمسافة ½ ميل بسرعة ٢:٢٧ - ٢:١٥
٩	تنويع السرعة Speed play (Fartlake)	مسافات متوسطة وطويلة	جرى خفيف ٥-١٠ دقيقة، جرى ¾ : 1¼ ميل بسرعة ثابتة، مشي ٥ دقائق، التنويع بين الجرى الخفيف والسرعة (٦٥ -٧٥ ياردة)، سرعة متصاعدة لمسافة ١٧٥ -٢٠٠ ياردة، جرى خفيف ¾ : 1¼ ميل
١٠	تدريب السرعة Sprint training	عدو	تكرر سرعة كاملة لمسافة ٦٠-٧٠ ياردة مع فترة راحة كاملة بين التكرارات.

جدول (١٧)

طرق التدريب المختلفة ومستويات تنميتها لنظم الطاقة

م	طريقة التدريب	نسبة ٪ لتنمية نظم الطاقة		
		ATP-PC-LA	LA, O2	O2
١	السرعة المتزايدة .	٩٠	٥	٥
٢	الجرى السريع المستمر.	٢	٨	٩٠
٣	الجرى البطيء المستمر.	٢	٥	٩٣
٤	السرعات المتقطعة.	٨٥	١٠	٥
٥	السرعة الفترية.	٢٠	١٠	٧٠
٦	التدريب الفترى.	١٠-٨٠	١٠-٨٠	١٠-٨٠
٧	الجرى الخفيف.	—	—	١٠٠
٨	الجرى المتكرر.	١٠	٥٠	٤٠
٩	تنويع السرعة.	٢٠	٤٠	٤٠
١٠	تدريب السرعة.	٩	٦	٤

جدول (١٨)

طرق التدريب المناسبة لتنمية السرعة والتحمل فى بعض الأنشطة الرياضية

نوع النشاط المستخدم	طرق التدريب وفق ترتيب الجدول السابق									
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
السباحة والغطس										
٥٠م – الغطس	√									√
١٠٠م (جميع طرق السباحة)						√				
٤٠٠م						√		√	√	
١٥٠٠م أ، ١٦٥٠ ياردة					√	√				
العاب الميدان والمضمار										
١٠٠م جرى	√									√
٢٠٠م عدو	√			√		√				√
جميع العاب الميدان	√			√		√				√
٤٠٠م جرى				√		√				
٨٠٠م أ، ٨٨٠ ياردة						√				
١٥٠٠م أ، ١ ميل						√		√	√	
٢ ميل						√		√	√	
٣ ميل، ٥٠٠٠م					√	√				
٦ميل، ١٠٠٠٠م			√		√	√				
الماراثون			√	√						
كرة السلة				√		√				
كرة القدم	√			√		√				√
الجمباز	√			√		√				√
التنس						√				
الكرة الطائرة	√			√		√				

إن المعلومات والحقائق المرتبطة بالأنشطة الرياضية المتنوعة ونظم الطاقة، والتي وضحتها الجداول السابقة، تشير إلى أن هناك العديد من طرق التدريب تشترك في تنمية نفس نظم الطاقة وبالتالي تعطي نفس الدرجة تقريبا. فمثلا تدريب السرعات المتزايدة والسرعات المتقطعة تنمي غالباً نظم الطاقة اللاهوائية بنفس الدرجة كما أن مواصفات التدريب الفترى تنمى نظامين أو الثلاث نظم للطاقة مجتمعة.

فمثلاً إذا كنت تريد أن تدرب شخص ما على الجرى (٢ ميل)، فمن الجدول رقم (١٦) يمكنك أن تجد الدرجة التقريبية المستخدمة فى نظام الطاقة خلال الجرى للمسافة المذكورة، ومن خلال الجدول (١٧) يمكن تحديد أياً من طرق التدريب التى تنمى نظم الطاقة عند هذه الدرجة. كما أن هناك طريقتين للتدريب، وهما التدريب الفترى وتنويع السرعة هما اللذان يعملان على تنمية كل نظم الطاقة بالمعدل المناسب معاً، وهناك أيضاً طريقة أخرى هى الجرى التكراراى ينمى تقريبا ما يحتاجونه العداءون. ومن خلال الجدول (١٧) سوف نجد أن بعض هذه الطرق لها قدر مناسب فى تدريب ٤٠٠م سباحة مثلا أو التجديف ومن الأهمية بمكان أن نتذكر أن طرق التدريب هذه عند استخدامها مع السباحين فيجب أن تكون التدريبات المستخدمة سباحة وليس جرى، ومع لاعب التجديف تكون تجديف وليس شئ أخر.

ملخص Summary

إن الأفكار الأساسية فى برامج التدريب تتركز فى :

١- التعرف على المصادر الرئيسية للطاقة المستخدمة فى نوع النشاط الرياضى المختار.



٢- ثم من خلال مبدأ الحمل الزائد يبني البرنامج لتنمية مصادر الطاقة الخاصة بنوع النشاط ويمكن تقييم نظام الطاقة الأساسى لأى نشاط على أساس زمن الأداء.

إن مبدأ الحمل الزائد يتطلب أن تكون شدة التدريب قريبة من حدها الأقصى، أما فى برامج تدريب التحمل، فإن شدة التدريب يمكن الحكم عليها من خلال إحدى الطريقتين التاليين.

١- استجابة معدل ضربات القلب للتدريب.

٢- التعرف على العتبة الفارقة اللاهوائية (نقطة تكسير التهوية).

ففى طريقة ضربات القلب، فإن معدل الضربات المستهدفة (**THR**) تكون ما بين ٨٠-٩٠٪ من أقصى معدل لضربات القلب بطريقة احتياطى نبضات القلب (**HRR**) أو ما بين ٨٥-٩٥٪ من أقصى معدل للقلب بطريقة أقصى نبض **HRmax** ويمكن تحديد (**HRR**) عن طريق إيجاد الفرق بين **HRmax,HRrest**، فإن **HRmax** يمكن تقديرها من خلال المعادلة التالية:

أقصى معدل لضربات القلب = ٢٢٠ - العمر	**HRmax = 220-age**

والـ **HRrest** يمكن تحديدها بلمس أحد الشرايين مثل الشريان السباتى فى الرقبة.

أما بطريقة العتبة الفارقة، فإن شدة التدريب المناسبة هى الشدة المتوسطة، وهى تستخدم فى تدريب التحمل، ففيها يكون العمل المستخدم شديد وعملية تمثيل الطاقة تتم لاهوائيا (يحدث زيادة فى حمض اللاكتيك)، ثم تبدأ هذه العملية فى الزيادة السريعة، ويمكن تحديد ذلك أما بالاسترشاد بزمن التهوية الرئوية أو تركيز حمض اللاكتيك فى الدم خلال استخدام اختبار العمل الإضافى،

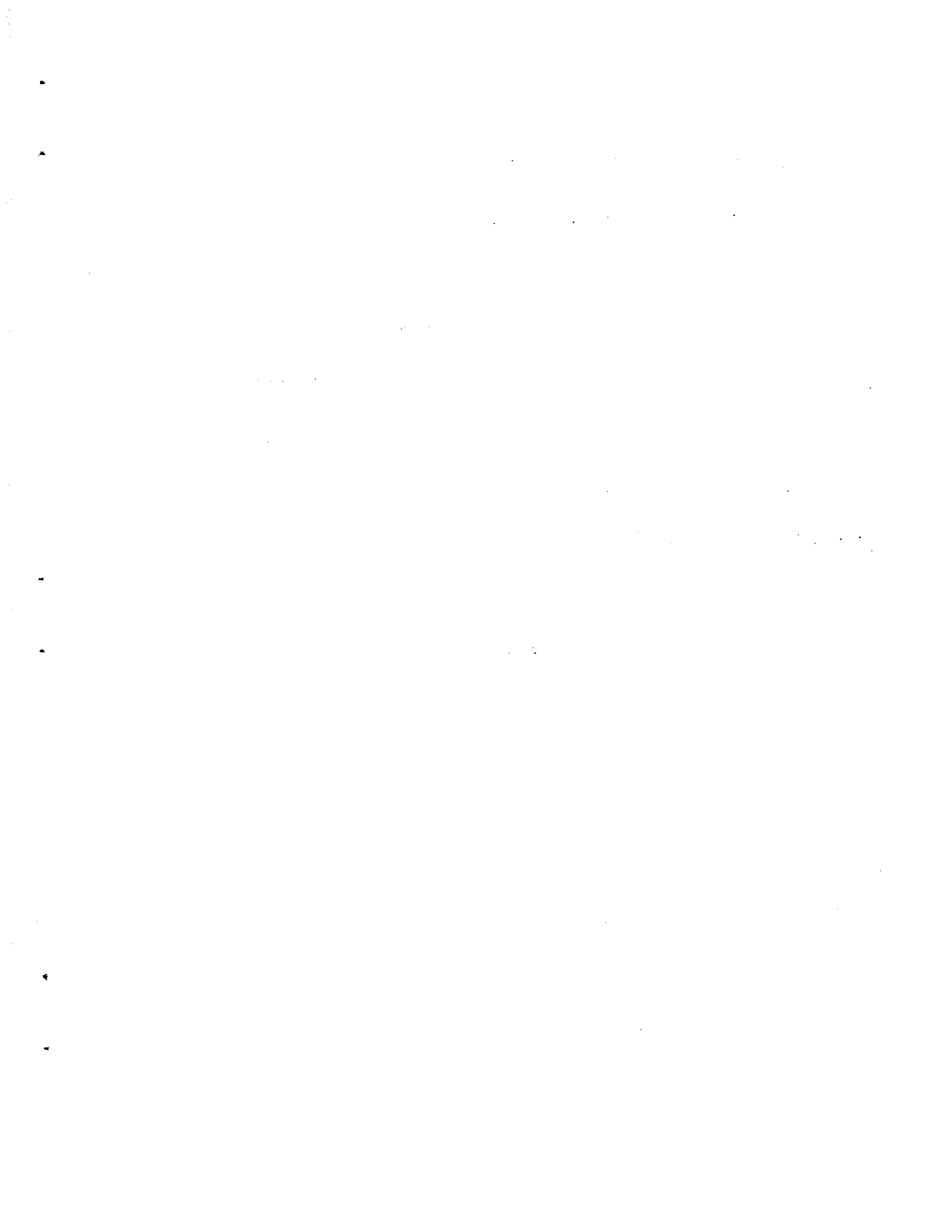
وعند التدريب بطريقة العتبة الفارقة، فإن ضربات القلب تكون عند مستوى ٩١٪ من أقصى حد له.

وفي برامج التدريب اللاهوائي (السرعة) يكون معدل نبض القلب ١٨٠ ن/ق أو أكثر، وعادة ما تنمي العتبة انفارقة خلال التدريب اللاهوائي حتى مستوى السرعات الأقصى.

وهناك عوامل أخرى هامة للحمل الزائد، وهي تكرار التدريب وفترة دوامه فالمزيد من التكرارات مع الاستمرار في البرنامج لفترة طويلة يفيد بدرجة كبيرة في تدريب التحمل عند تدريب السرعة.

ويجب أن يشمل التدريب على التدريب بالأثقال، وجرى ذو شدة منخفضة. أما في بداية دورة التدريب فيشمل البرنامج على تدريبات بالأثقال وعمل هوائي ولاهوائي. وفي الفترة التدريبية ذاتها يجب أن يحتوى البرنامج على تدريبات بالأثقال، وتدريبات تخصصية ومنافسات.

ويعمل الإحماء الذي يسبق أى فترة تدريبية على زيادة تدفق الدم للعضلات العاملة، وزيادة عملية تمثيل الطاقة في العضلات خلال فترة الاستشفاء. وكذلك زيادة كمية الأكسجين المطلوبة للعمل البدني، ويحدث نقص في زمن انقباض وارتخاء العضلات. ويجب أن تشمل فترة الإحماء على تدريبات الشد والمد، وتمرينات تقوية، وبعض النشاط الموجة، أما التهدئة أو الاستشفاء، فيجب أن يشمل على نفس الأنشطة ولكن يكون الأداء تنازلي. فالتهدئة تعمل على سرعة عودة الفرد لحالته الطبيعية وتقلل من إمكانية حدوث الدوخة (الدوار) والإغماء بعد التمرين الشديد.



الفصل الرابع

مكونات اللياقة البدنية للناشئين

أولاً : تغيرات الأداء

ثانياً : التغيرات الفسيولوجية

اللياقة البدنية

مفهوم اللياقة البدنية

(١) القدرات اللاهوائية وأساليب تنميتها

(٢) القدرات الهوائية والتحمل العضلى

أساليب تنمية القدرة الهوائية للسباحين

(٣) القوة العضلية

أساليب تدريب تنمية القوة العضلية

(٤) المرونة وأساليب تنميتها

قياس المرونة

(٥) التكوين الجسمى

١- تكوين الجسم والحالة الصحية

٢- تكوين الجسم وعلاقته بالأداء الرياضى

٣- تكوين الجسم والوقاية من الإصابات

٤- تكوين الجسم وعملية النمو

مكونات تكوين الجسم

طرق قياس تكون الجسم

أولاً : الطرق المعملية

ثانياً : طرق القياس الميدانى

تأثير التدريب الرياضى على بناء الجسم وتكوينه

الفصل الرابع

مكونات اللياقة البدنية للناشئين

تحتل رياضة السباحة أهمية متميزة بين سائر الرياضات الأخرى، لما تكسبه للإنسان من فوائد بدنية ونفسية واجتماعية، وقد حدث تقدم ملموس فى السنوات الأخيرة فى المستويات الرقمية للسباحين، ويرجع ذلك إلى متغيرات عديدة أدركتها الدول المتقدمة وأخضعتها للدراسة والبحث، مما كان له أكبر الأثر فى تقدمها فى هذا المجال، ومما لا شك فيه أن السباحة لها متطلباتها البدنية والفسيولوجية التى قد تختلف كثيراً عن غيرها من الرياضات الأخرى، وذلك لما تتطلبه من مجهود زائد من أجل التحرك بالجسم للأمام داخل الوسط المائى وفى وضع الجسم الأفقى، وكذلك يكون الاختلاف أيضاً فى طريقة الأداء وأسلوب التنفس ودرجة حرارة هذا الوسط الغير ثابت والمخالف للبيئة الطبيعية التى يعيش فيها الإنسان.

وتعتبر اللياقة البدنية هى الأساس فى تكوين اللياقة الشاملة، والتى تعنى كفاءة الجسم فى مواجهة متطلبات الحياة – خاصة كانت أم عامة – وهى الانعكاس المباشر للحالة الصحية التى يتمتع بها الفرد، ولقد اتفق معظم العلماء فى مجال التدريب على أن اللياقة البدنية العامة هى المكون الأساسى الذى يبنى عليه المكونات اللازمة للوصول إلى ما يعرف بالفورمة الرياضية.

وتلعب اللياقة دوراً أساسياً فى ممارسة جميع الأنشطة الرياضية وإجادتها، ويختلف حجم هذا الدور وأهميته وفقاً لنوع النشاط وطبيعته، كما

تختلف متطلبات اللياقة البدنية من رياضة لأخرى، وهذا ما يعرف باللياقة البدنية الخاصة.

ويعتبر انتقاء الناشئين من أهم الموضوعات التى لاقت اهتماماً كبيراً فى السنوات الأخيرة، لأنها تستهدف فى المقام الأول اختيار أفضل العناصر لممارسة السباحة على أمل الوصول بهم إلى المستويات العليا لتحقيق الإنجاز المنشود، لأن حسن اختيار الناشئ من جميع الجوانب البدنية والفسيولوجية وغيرها يوفر الكثير من الوقت والجهد والمال.

وظهرت الحاجة إلى عملية الانتقاء نتيجة وجود فروق فردية بين الأفراد فى جميع الجوانب البدنية والنفسية والعقلية، مما يستوجب اختيار أفضل الأفراد الذين تتوافر فيهم الجوانب المختلفة المناسبة لممارسة السباحة. وتتم عملية الانتقاء على ثلاث مراحل حددها أبو العلا أحمد (١٩٨٦) فيما يلى :

المرحلة الأولى : خاصة بالأطفال من سن ٨ : ١٢ سنة :

وتستهدف الكشف عن المستوى المبدئى للصفات التالية :

١- القياسات الانثروبومترية.

٢- انسيابية الحركة.

٣- اختبارات مرونة المفاصل.

٤- اختبارات المقدرة الهوائية.

المرحلة الثانية : وهى خاصة بالمرحلة السنية من ١٢ - ١٤ سنة ... وتشمل :

١- اختبارات القوة.

٢- اختبارات المقدرة اللاهوئية.

٣- زمن الأداء.

٤- مقارنة نتائج القياسات الانثروبومترية بالمستويات النموذجية

٥- تكرار اختبارات المرحلة الأولى ودراسة مدى تطورها.

المرحلة الثالثة : وهى خاصة بالمرحلة السنية من ١٤-١٦ سنة :

وهذه المرحلة تتفق مع مراحل زيادة عمق التخصص، ومرحلة التدريب لتطوير المستوى، وفيها يتم توجيه الفرد الرياضى إلى نوع التخصص الذى يتناسب مع نتائج هذه المقاييس، ومن خلال هذه المرحلة يمكن انتقاء الأفراد بهدف إعدادهم للمنافسات الدولية، وتعتبر القدرة على تحمل التدريب وكفاءة الجهاز العصبى والنواحى النفسية من العوامل الهامة فى هذه المرحلة

ويرى محمد حسن علاوى، أبو العلا أحمد (١٩٨٤) أن محددات الانتقاء تشمل ما يلى:

١- المحددات البيولوجية : ومنها :

- الصفات الوراثية : وتشمل القياسات الانثروبومترية، والخصائص الفسيولوجية لأجهزة الجسم المختلفة وخاصة الجهاز العضلى، والدورى التنفسى، والخصائص البيوكيميائية مثل مكونات الجسم والهرمونات والانزيمات ومستويات الجلوكوز والدهون بالدم ... الخ.
- الفترات الحساسة فى النمو.
- العمر الزمنى والبيولوجى.
- القدرات الحركية الأساسية.

٢- المحددات النفسية .

٣- الاستعدادات الخاصة (بدنية - مهارية) .

وبناء على ذلك فإن برنامج الانتقاء يجب أن يشمل خطوتين رئيسيتين هما :

- الانتقاء المبدئى : وهو عبارة عن إجراءات تمهيدية، تشمل الملاحظة المنظمة، ثم الصفات البدنية، التعرف على الميول والاتجاهات، الحالة الصحية مثل (إجراء تحاليل الدم والبول والبراز) .
- الانتقاء الخاص : ويستهدف انتقاء أفضل الناشئين الذين نجحوا فى المرحلة الأولى، وتشمل :

أ) التعرف على مستوى نمو الخصائص المورفووظيفية لتحقيق المستويات العليا .

ب) التعرف على السمات النفسية .

جـ) التعرف على معدل التحسن فى المهارة الرياضية .

إن سباحة الناشئين والتى تعرف بسباحة المجموعات العمرية Age Group Swimming هى إحدى الأشكال المعروفة والتى يشترك فيها كل من البنين والبنات الرياضيين، وذلك يستوجب أن نتعرض لبعض التغيرات البدنية الهامة التى لها تأثير منذ الطفولة حتى النضج، والاختلافات بينهم وبين السباحين الكبار، وكذا مناقشة مشتملات التدريب المتوافقة مع هذه التغيرات التى تعتبر من أفضل أساليب الارتقاء بالمستوى البدنى للسباحين.

فالأطفال ينمون بسرعة أثناء سنوات مرحلة ما قبل المراهقة Preadolescent، ومع ذلك فإن معدل النمو يكون أكثر سرعة ووضوح أثناء مرحلة البلوغ Puberty. فالبنات يصلون للبلوغ عادة ما بين عمر ١١ – ١٣سنة، بينما الأولاد يتأخرون قليلا، فيكون بلوغهم ما بين ١٣ – ١٥سنة (بروكس، فاهى) Brooks & Fahey (١٩٨٤) وسوف نتناول بشىء من التفصيل التغيرات والفروق بين الأطفال والكبار .

أولاً : تغيرات الأداء Performance Changes

١ـ القدرة الحركية Motor Ability

إن هـذه المهـارة تتحسن مع العمر عند الاطفال حيث ينضج وينمو الجهاز العصبى، ويتجه الأولاد إلى إظهار زيادة ثابتة فى اختبارات القدرة الحركية من عمر ٦ -١٧سنه، بينما الفتيات الغير رياضيات يتحسن مستواهن وقت البلوغ، فى حين الفتيات الرياضيات يستمرون فى التحسن فى القدرة الحركية بعد البلوغ.

٢ـ فعالية ميكانيكية الأداء Mechanical Efficiency

تكون فعالية الصغار أقل من البالغين عند الأداء، وهذا يؤكد أن الاطفال فى حاجة أشد لإنتاج الجهد الخاص الأقل من الأقصى بالمقارنة بالبالغين **(بونك وآخرون ١٩٨٦ Bunc, et el.)**، **(كرابنول وآخرون ١٩٨٩ Krahenbuhl, et al.)** نقلا عن ماجلشو (١٩٩٣) وقد يرجع تفوق الكبار على الصغار فى الفعالية الميكانيكية إلى تحسن التوافق الحركى والمهارى من سنة إلى أخرى. والجدول التالى يوضح ملخصا لأوجه الاتفاق والاختلاف بين الأطفال والبالغين وبين البنات والبنين فى بعض القياسات الفسيولوجية والأدائية :

جدول (١٩)
أوجه الاتفاق والاختلاف بين الأطفال والبالغين وبين البنات والبنين
في بعض القياسات الفسيولوجية والأدائية

القياس	المقارنة بالبالغين	المقارنة بين البنين والبنات
القدرة الهوائية	لا اختلاف	البنات أكثر انخفاضاً بنسبة ١١٪ تقريباً في مستوى الـ Vo₂max عن الأولاد .
القوة العضلية	الأطفال أكثر انخفاضاً بنسبة ٧٥–٨٠٪ حتى عندما ترتبط نسبياً بوزن الجسم ومقدارها لدى الأطفال أقل من البالغين بمقدار ٢٠–٤٠٪ .	البنات أكثر ضعفاً عن الأولاد بنسبة ٥٠٪.
القدرة اللاهوائية	الأطفال أكثر انخفاضاً بنسبة ٦٠–٧٠٪	لا يوجد اختلاف بين الأولاد والبنات.
القدرة الحركية	الأطفال أبطئ وأقل توافقاً .	غير معروف الاختلاف بينهما، والبنات أيضاً أكثر مرونة، ويتعلمون المهارات بصورة أسرع

ثانياً : التغيرات الفسيولوجية

يذكر محمد على القط (١٩٩٩م) نقلاً عن تروب، ريز Troup & Resse أن الاختلافات الفسيولوجية بين الصغار والكبار تتحدد في نوعين من العوامل هما :

أ ـ العوامل الهوائية Aerobic Factors

إن القدرات الهوائية لدى الصغار في سن ٨ سنوات لها نفس الأهمية عند البالغين، فمعدلات استهلاك الأكسجين النسبية عند الأطفال ما بين

(٤٩-٦٥ ملليلتر/دقيقة/كجم من وزن الجسم) وعند البالغين ما بين (٤٥-٧٥)، وقد يرجع هذا الاختلاف البسيط إلى انخفاض الدفع القلبي لدى الصغار، والذى يقل تقريباً من (١ -٢ لتر)،مما يؤدى إلى نقص مقدار الدم المقذوف فى الضربة الواحدة والذى يقل عند الصغار بمقدار ٢٠٪، ومع ذلك فإن جزء من هذا النقص يعوض بدرجة محدودة وذلك عن طريق زيادة معدل نبضات القلب عند الصغار، وهذا يجعل مقدار الاكسجين المستخدم فى عمل الجهاز العضلى عند الأطفال لا يختلف كثيراً عن البالغين . ولذلك فإن السباحين الأصغر سناً يكون نجاحهم فى سباقات المسافات فى السباحة أفضل من السباحين الكبار، ويؤكد ذلك إذا نظرنا إلى أعمار السباحين المشاركين فى منافسات مسافات الـ ٢٠٠م فأكثر.

ب- العوامل اللاهوائية Anaerobic Factors

هنا توجد اختلافات حقيقية **Substantial** بين الرياضيين الناشئين والكبار، وبالتالى تؤثر على قدرة الصغار على الأداء، وتتضمن هذه العوامل عنصرين هما:

١) اللالكتيكى Alactic

وهذا العنصر يتأثر بالمجهود الذى يستمر لفترة (٣٠ث أو أقل) . ومن خلال هذا المفهوم لا يوجد اختلاف كبير دال بين الناشئين والكبار فى مستوى الـ **ATP – CP** فالمقادير بينهما واحدة تقريباً .

٢) اللاكتيكى Lactic

وهذا العنصر يرتبط بالتدريب الذى يستمر لأكثر من (٣٠ث)،ولكن لأقل من (٤ دقائق)، وهنا توجد اختلافات لدى الناشئين بالمقارنة بالكبار، مما يؤثر

على مستوى الأداء لدى الصغار، فقد وجد أن مستويات حمض اللاكتيك بالدم لدى الصغار في سن تحت ١٣ سنة بعد أداء مجهود عال الشدة يقل كثيراً بالمقارنة بمرحلة السن ١٤ سنة فأكثر.

وهناك العديد من الدراسات التى تناولت تفسير هذا الاختلاف، ففى دراسة دى براميرو **DiPramero** أن قابلية حمض اللاكتيك **(LA)** للظهور بالدم لا تتحقق إلا عندما يصل مستوى المجهود المستخدم ما بين ٨٥-٩٠٪ من مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين **(Vo_2max)** وهذا المستوى لا يتحقق لدى المجموعات العمرية الصغيرة أثناء سباحة المنافسات التى تزيد مدتها عن (٣٠ث) ويشير ماجلشو **Maglischo** (١٩٩٣م) أن القدرة اللاهوائية عند الصغار أقل بالمقارنة للبالغين حتى لو حسبت بالنسبة لحجم الجسم، ويضيف أن أعلى مقدار للاكتيك عند السباحين الصغار للعمر من (٦-١١ سنة) يكون أقل من النصف بالمقارنة بالبالغين .

ويشير روبيرجس، روبرتس **Robergs & Robcrts** (١٩٩٧) إلى بعض التغيرات الفسيولوجية التى تحدث للصغار نتيجة التدريب الرياضى والنمو البدنى والنضج **Maturation** ويلخصاها فى الجدول التالى:

جدول (٢٠)

التغيرات الفسيولوجية للصغار الناتجة عن التدريب والنمو والنضج

التغيرات	الخصائص
يقل	• معدل النبض فى الراحة والمجهود الأقل من الأقصى .
يزيد	• أقصى ضغط للنبض الشريانى .
يقل	• التهوية الرئوية فى الدقيقة عند المجهود الأقل من الأقصى .
يزيد	• التهوية الرئوية فى الدقيقة عند المجهود الأقصى .
تقل	• عدد مرات التنفس فى حالة المجهود الأقصى والأقل من الأقصى .
يقل	• استهلاك الاكسجين عند المجهود الأقل من الأقصى لكل كيلو جرام من وزن الجسم .
يزيد	• استهلاك الأكسجين عند المجهود الأقصى (لتر/ دقيقة) .
يزيد	• أقل معدل لحمض اللاكتيك بالعضلات الهيكلية .
يقل	• التعادل الحمضى القلوى للدم (PH) .
تزيد	• القوة العضلية .
تزيد	• القدرة اللاهوائية (وات/ كيلو جرام من وزن الجسم) .
يزيد	• التحمل العضلى (وات/ كيلو جرام من وزن الجسم) .

وفى مقارنة بين المجموعات الصغيرة والبالغة، يقدم روبيرجس، روبرتس (١٩٩٧) الخصائص الفسيولوجية للصغار الممارسين للنشاط الرياضى **Physiological Child Characteristics of Exercising** فى الجدول التالى :

جدول (٢١)
الخصائص الفسيولوجية للأطفال الممارسين للنشاط الرياضي

الخصائص	المقارنة مع البالغين	ملاحظات
١- تمثيل الطاقة :		
● هوائي :		
- أقصى استهلاك للاكسجين المطلق (لتر/ق).	- أقل وفقاً لحجم الجسم.	- يمكنهم أداء تدريبات التحمل بشكل أفضل
- أقصى استهلاك للأكسجين النسبي (ملليلتر/كجم)	- متشابهان.	
● لاهوائي		
- مصادر الجليكوجين .	- تركيز أقل ومعدل استخدامه في العضلة أقل.	- قدرتهم على أداء التدريبات ذات العمل اللاهوائي التي تستمر من ١٠ - ٩٠ث تكون أكثر انخفاضاً بالمقارنة بالبالغين
- نشاط انزيم فوسفوفركتو كينيز PFK.	- تكون حدود الجلكزة أقل بسبب انخفاض مستوى هذا الانزيم	
- أقصى مستوى لحمض اللاكتيك .	- أكثر انخفاضاً .	
- تخزين الفوسفوجين ATP-PC	- متشابهان في التخزين وعملية التكسير.	
- الاكسجين.	- يصلون للحالة الطبيعية بشكل أسرع من البالغين .	
٢- نبض القلب عند مستوى العتبة الفارقة.	- أعلى .	
٣- الجهاز الدوري التنفسي.		
- أقصى دفع للقلب في الضربة الواحدة.	- أكثر انخفاضاً لاختلاف حجم الجسم.	
- أقصى نبض القلب.	- أكثر انخفاضاً لاختلاف حجم الجسم وحجم القلب .	
- أقصى دفع للقلب عند الحد الأقل من الأقصى.	- أكبر لدى الأطفال.	
- المواد المجمولة بالدم.	- حجم الدم، تركيز الهيموجلوبين أكثر انخفاضاً	
- الدم المدفوع للعضلات العاملة	- أكبر.	
- ضغط الدم الانقباضي والانبساطي.	- أقل عند العمل الأقصى والأقل من الأقصى.	

نقلاً عن روبيرجس، روبرتس (١٩٩٧) .

ويذكر ماجلشو (١٩٩٣) - نقلاً عن محمد على القط (١٩٩٩) - أن من أهم الفروق الواضحة بين السباحين الصغار والكبار هو أن الصغار لا يستطيعون الاقتصاد **Economical** فى الأداء مثل السباحين الكبار، لذا فهم يصلون للتعب مبكراً إذا ما حاولوا الأداء عند نفس مستوى المجهود المبذول من السباحين الكبار، ومع ذلك لا يوجد بينهما اختلاف إذا كان المجهود المبذول عند نفس المستوى النسبى لأفضل زمن لهم .

وقبل أن نتناول اللياقة البدنية وأساليب تطورها للناشئين، فسوف نناقش تدريب السباحة للمجموعات العمرية، ونجيب على بعض التساؤلات التى تدور فى مجال تدريب السباحة لتلك المجموعات العمرية.

إن الأبحاث فى هذا الاتجاه ضئيلة **Meager** وغير حاسمة أيضاً **Inconclusive**، حيث يرى بعض الخبراء أن تعرض **Exposing** الأطفال لألوان مختلفة بشكل مطلق لخبرات حركية شاملة **Encompassing** للعديد من الرياضات سوف يزيد من أساسيات المهارات الحركية العامة التى يمكن استخدامها لتحقيق النجاح فى رياضة خاصة فى مرحلة متقدمة من العمر . ومن ناحية أخرى يرى البعض الآخر أن التدريب لرياضة خاصة فى مرحلة متقدمة من العمر سوف يحسن بشكل كبير وفعال المهارات الحركية، وكذلك سوف يساعد فى إحداث تغيرات فى النظم الفسيولوجية التى تدعم **Favor** الأداء فى النشاط التخصصى .

ويذكر ماجلشو (١٩٩٣) أنه يتفق مع الرأى الثانى، وعلى الرغم من ذلك، فتدريب الرياضة التخصصية يجب ألا يجعلنا نغفل الأنشطة الطبيعية الأخرى الخاصة بالأطفال، ويضيف أن تدريب السباحة فى أى مرحلة مبكرة من العمر يؤدى إلى تنمية العظام والعضلات وبالتالى تصبح أكثر مقاومة للضغوط الخاصة التى

تسببها ممارسة الرياضات المائية. وهناك احتمال، ولكنه ضئيل، أن توزيع Distribution الألياف العضلية البطيئة ST والسريعةFT تصبح أكثر تميزاً. كما أن البدء المبكر في التدريب يجعل الرياضيين أكثر اتقاناً لمهارات السباحة، وقد يكون هذا أحد الأسباب التي تعطي أهمية البدء المبكر في التدريب للمجموعات العمرية إذا لم يكن هناك أسباب أخرى. وهذا يعني أن التدريب المبكر للسباحة يعطى أفضلية Advantage ولكن ذلك لا يعتبر أساساً لتحقيق النجاح .فهناك بعض السباحين يصلون للقمة في المنافسات الدولية ولكنهم لم يبدءوا في التدريب حتى وصلوا لمرحلة العمر من ١٥ سنة أو ١٦ سنة. فليس هناك عمر أدنى محتمل للبدء في التدريب في السباحة ممكن معه التأكد من تحقيق النجاح، أو أن هناك حد أقصى للعمر يكون عنده النجاح لا يمكن تحقيقه. ومع ذلك، فمن الواضح أن معظم سباحي بطولات العالم بدءوا التدريب عند عمر (١٠ سنوات) على الأقل. ولهذا السبب، فإن فرص النجاح ستكون أفضل إذا أعطى الأفراد الأصغر سناً فرصة الممارسة الرياضية قبل سن المراهقة Teenage .

والسؤال الأول : هل هناك توقيت محدد للتخصص في سباحة محددة أو مسابقات معينة؟

يذكر ماجلشو (١٩٩٣) أن ذلك من المحتمل ألا يكون قبل سن ١٢ -١٤ سنة، حيث أن الأفراد الأصغر من ذلك لا يكونون مستعدون فسيولوجياً للتخصصية Specialization وأكد ذلك دراسات كلاً من روتسيتن، دوتن، بار أو، تينينبام (١٩٨٦) (Roststein, Dotan, Bar - or. & Tenenbaum) ودراسة ثورلاند وآخرون (١٩٨٨) .Thorland, et el . وبمعنى آخر، فإن الأداء بشكل عام يرتبط بدرجة كبيرة بالعمر الزمني ومستوى النضج Maturity بالمقارنة بدرجة ارتباطه بالقياسات الأخرى مثل Vo_2max، العتبة الفارقة اللاهوائية.

وعلى ذلك، فاختيار الأطفال لتدريب السباحة يجب أن يترك مفتوحاً، ويكون التدريب فى هذه المرحلة العمرية على جميع السباحات والمسافات المتنوعة حتى يصلوا لمرحلة العمر من ١٢ – ١٤سنه.

السؤال الثانى : هل مشاركة المجموعات العمرية فى تدريب السباحة يسبب أى عجز دائم؟

يذكر ماجلشو (١٩٩٣) أن معظم المشاكل التى تحدث تنشئ فى أوتار الكتفين والركبتين، فيشير الباحثين أن ٥٠٪ تقريباً من السباحين يشكون من آلام فى واحد أو أكثر من هذه المفاصل فى بعض الأوقات خلال عمرهم التدريبى، (دومنجوز ١٩٨٠ Dominguez، جريب ١٩٨٥ Greipp، كيندى & هوكنز Kennedy & Hawkins ١٩٧٤) ويشير عصام حلمي (١٩٩٨) أن ذلك ناتج عن الاستخدام الزائد لهذه المفاصل وما حولها من أربطة وأوتار.

السؤال الثالث : هل التدريب للمجموعات العمرية من السباحين يعوق النمو الطبيعى ؟

من المفاهيم الخاطئة أن التدريب الشديد سوف يعوق النمو الطبيعى Stunt Growth أو أنه يسبب للرياضيين عدم التناسب فى نمو أجزاء أجسامهم. وهذا غير صحيح لحد بعيد، فالتدريب يساعد على النمو، فهو يعزز التنمية البدنية. فالسباحة ربما تجمع كل التناسق الموجود فى كل الرياضات. ولهذا السبب فهى تعتبر نموذج مرغوب جداً لتمرين الأطفال الصغار، فكلاً من جانبى الجسم يستخدمان بتعادل، وكلاً من الذراعين والرجلين مطلوبان للعمل عند مستويات عالية من المجهود .

السؤال الرابع : هل تتأثر الجوانب النفسية من جراء مشاركة سباحى المجموعات العمرية فى المنافسات ؟

هناك القليل من البحوث التى تناولت بالدراسة هذا الجانب، كما أن نتائج بعض هذه الدراسات القليلة متناقضة (ماجلشو ١٩٩٣) فمحيط التنافس من

المحتمل Potential أن يساعد أو يقلل Detract من التنمية الجيدة للجوانب السيكولوجية، وقد يقلل من قوة الدافع المعنوى . ومن هنا فهى مناخ جيد للتعليم والتعلم، وللتحمل النفسى، واكتشاف الذات، فلابد من تصميم مواقف تدريبية للطفل وعلى فترات متفاوتة، ولابد أن يعرف الطفل أنه أمام منافس وليس عدو، والمنافسة فوز وهزيمة وكلاهما له أسبابه، كما يجب على الأباء الابتعاد عن الأبناء فى المواقف التنافسية حتى يتسنى للطفل الاعتماد على نفسه، والإحساس بالمسئولية وعلى قبول النتيجة كما هى.

اللياقة البدنية :

إن الاهتمام الذى أولاه العلماء للياقة البدنية من حيث المفهوم والتكوين والتدريب والقياس والتقويم ما هو إلا انعكاس طبيعى ومنطقى لأهمية هذه المكونات البدنية، لذا تعتبر اللياقة البدنية العمود الفقرى والقاعدة العريضة والدعامة الأساسية لممارسة الرياضة فى جميع مراحلها، ولجميع المراحل السنية، كما أنها هدف مباشر يسعى إليه الإنسان من خلال ممارسة بدنية تتصف بالشمول والاتزان.

واللياقة البدنية ترتبط بالشخصية السوية، فالنجاح والنزوع والانطواء والعدوانية والعصاب وعدم تقبل الذات والقلق والاغتراب الرياضى وعدم القدرة على الانتباه وضعف القدرة على التركيز كلها سمات قلما نجدها بمعدلات غير طبيعية فى الأفراد الذين يتمتعون بلياقة بدنية .

كما ترتبط اللياقة البدنية بالنمو والنضج بصرف النظر عن السن والجنس، ومن ثم كانت اللياقة البدنية أحد الأهداف الرئيسية للتدريب وخاصة الناشئين وأن لم يكن مصطلح اللياقة البدنية هو الأكثر انتشاراً، فهو الأكثر استخداماً على جميع المستويات . فخلال العشرون سنة الماضية ظهر العديد من المصطلحات التى تناولت موضوع القدرات البدنية Physical Ability بالدراسة والتحليل، ومن هذه

المصطلحات: القدرة الحركية Motor Ability – القدرة البدنية Physical Ability – اللياقة الحركية Motor Fitness – اللياقة البدنية Physical Fitness – الكفاية البدنية Physical proficiency الحالة البدنية Physical Condition – الحالة الرياضية Athletic Condition السمات الأساسية للأداء Basic Performance – القدرة الرياضية العامة Genera Athletic Ability المكونات البدنية Physical Component.

وبدأ الاهتمام بتصنيف القدرات البدنية فى الولايات المتحدة الأمريكية ثم انتقل إلى الكثير من الدول الأخرى، ونتيجة ذلك ظهر الكثير من التداخلات والتعارضات لتحديد العوامل الأولية لكل مكون عام من تلك القدرات البدنية .

ولقد أجمعت العديد من المراجع منها جوهاريز، جيل البورن (١٩٩٧) JoHarris, & Jill Elbouran، ستيف جرانسكى (١٩٩٦) Steve Graineski، توماس راتليف، لارين راتليف (١٩٩٤) Ratliffe Thomas Ratliffe,& Laraine، آنى كليمنت، بيتى هارتمان (١٩٩٥) Annie Clement & Betty Hartman على أن اللياقة البدنية تنقسم إلى:

أ – عناصر ذات علاقة بالصحة وتشمل اللياقة الدورية التنفسية، المرونة، الجلد العضلى، القوة العضلية، تركيب الجسم .

ب– عناصر ذات علاقة بالمهارة وتشمل الرشاقة، التوازن، التوافق، القدرة، السرعة. وقد عَرَّف الاتحاد الأمريكى للطب (AMA) اللياقة البدنية بأنها القدرة العامة على التكيف والاستجابة الايجابية لبذل مجهود بدنى، ويضيف أن درجة اللياقة تتوقف على الحالة الصحية للفرد وتكوينه الجسمانى .

ومن خلال أن تدريب السباحة للمجموعات العمرية المختلفة يجب أن يكون فقط واحداً من الأنشطة المتعة Enjoyable التى تجذب Engage الأطفال لها، وأن الوقت الذى يقضيه الأطفال فى التدريب يجب إلا يكون زائداً للدرجة التى تؤثر سلبياً على عملية النمو والتمتع بالخبرات المكتسبة، وفى ضوء ذلك يوضح كلاً من ماجلشو (١٩٩٣) وعصام حلمى (١٩٩٨) ما يلى :

المجموعة العمرية من ٦-٨ سنوات :

يمكنهم التدريب من ٣-٤ مرات أسبوعياً، ولمدة من ٤٥-٦٠ دقيقة فى كل تدريبية. والمرحلة الأساسية فى تدريبهم يجب أن تكون ممتعة وتشتمل على الأداء الميكانيكى الصحيح للسباحات المختلفة، ويتنوع التدريب باستمرار بين الإثارة Excitement الطبيعية فى المهارات الأساسية واللهو واللعب فى شكل سباقات جماعية مع الزملاء، والتدريب الأرضى يجب أن يتكون من تدريبات إطالة معتدلة، وربما أيضاً تدريبات بالحبال المطاطة وتدريبات تقوية أو تدريبات على بنش السباحة Swim Benches ويمكن لأطفال هذه المرحلة أن يستمروا فى التدريب طوال العام لفترة من ١١-١٢ شهر، ولكن يجب أن يشعروا بالحرية فى الحصول على الراحة من يوم – أسبوع عندما يرغبون Desire فى ذلك .

المجموعة العمرية من ٩-١٠ سنوات :

إن كل ما قيل عن المرحلة السابقة من (٦-٨ سنوات) ينطبق على هذه المرحلة أيضاً. ولكن يجب أن تزيد مسافة التدريب قليلاً وذلك لأن لديهم القدرة على أداء تكرارات أسرع فى التدريب . ويجب أن يؤدوا أحياناً سباحة مسافات ومجموعات، ويجب على المدربون حسهم على العمل بإخلاص وصدق من أجل إتمام أداء تلك المجموعات والمسافات .

المجموعة العمرية من ١١ـ١٢ سنة :

إن التدريب لهذه المرحلة يجب أن يكون أكثر تركيباً وأكثر شدة، ويكون التدريب لمدة خمس أيام فى الأسبوع، ولمدة من ١,٥–٢ ساعة فى كل وحدة تدريبية، وتدريبهم يجب أن يبدو مشابه كثيراً لتدريب السباحين الكبار،ولكنه أيضاً أقل فى المسافة، ويجب على المدربون التأكيد على السباحين بالاجتهاد حتى يصبحوا من أفضل السباحين مع زيادة الدافعية لديهم، ويستمر تدريبهم خلال العام كله، مع منحهم راحة بين ٢–٣ أسابيع فى نهاية كل موسم شتوى أو صيفى، وفى التدريب الأرضى تستخدم تدريبات المقاومات، والحبال المطاطة وبنش السباحة وأنواع من التدريبات الجمبازية .

المجموعة العمرية من ١٢ـ١٤ سنة :

إن حجم التدريب فى هذه المرحلة يأخذ وثبة كبيرة فى الكم، وكل ما قيل عن مرحلة العمر السابقة يطبق هنا، ولكن يزيد، ولا ننصح سباحى هذه المجموعة العمرية التدريب مرتين يومياً، فيما عدا فى شهور الصيف، إن حجم التدريب وشدته يجب أن يتماثل كما هو مقرر للسباحين الكبار، ولكنهم يسبحون فترات أقل أسبوعياً، فيكون من ٢–٢,٥ ساعة فى كل فترة، ولمدة ٦ أيام أسبوعياً إذا تيسر ذلك ولكنه ليس فرضاً . ويجب أن يعطى السباحين من ٢–٣ أسابيع راحة بين الموسمين الصيفى والشتوى . ويجب أن يأخذ فى الاعتبار أن البنات فى هذه المرحلة العمرية يتقدمون بسرعة كبيرة وسريعة مما يؤهلهم للمشاركة فى البطولات المحلية والدولية، لذا فمن الخطأ أن نكبح هؤلاء السباحات بينما هم جاهزون لتحقيق أعلى مستوياتهم .

المجموعة العمرية من ١٥ـ١٨ سنة :

إن جميع سباحى هذه المرحلة يرغبون فى التدريب مع السباحين الكبار، ويجب أن يتدربوا مرتين يومياً ولستة أيام فى الأسبوع، أو مرة واحدة ذات تخطيط معين يتناسب ومواصفات هذه المرحلة .

مفهوم اللياقة البدنية:

تناولت المصادر العلمية هذا المفهوم من منطلق شامل أطلقت عليه الصحة الكاملة، وهذا يعنى توافر أربع مكونات رئيسية تتداخل فيها اللياقة البدنية وهى :

١- اللياقة القلبية.
٢- اللياقة العضلية.
٣- لياقة المفاصل.
٤- لياقة تركيب الجسم.

ومن خلال هذا المفهوم الحديث للياقة البدنية، يشير أبو العلا أحمد، أحمد نصر الدين (١٩٩٤) أن الجمعية الأمريكية للتربية البدنية والرياضة والترويح والرقص أوصت فى مؤتمرها (١٩٨٨) بأن اللياقة البدنية تشمل المكونات التالية :

١- القدرات اللاهوائية.
٢- القدرات الهوائية.
٣- التحمل العضلى.
٤- القوة العضلية.
٥- المرونة.
٦- تركيب الجسم.

وسوف نقوم هنا بالشرح والتفصيل لتلك المكونات وارتباطها بالسباحة وخاصة الناشئين وكذلك أساليب تنميتها.

(١) القدرات اللاهوائية وأساليب تنميتها :

إن القدرة اللاهوائية للصغار قابلة للتدريب، فتشير نتائج بعض الدراسات أن مستوى القدرة اللاهوائية لدى الأطفال المدربين تزيد عن مستواها لدى نظائرهم

من الأطفال الغير مدربين بمقدار ٥-١٠٪ ففي إحدى الدراسات بلغت نسبة التحسن بعد التدريب ١٠٪ بينما المجموعة الضابطة بلغت التحسن لديها ١,٤٪ خلال نفس الفترة الزمنية (روتستين وآخرون) (١٩٨٦) Rotstein, et al حتى مع النمو الطبيعي فهي تزيد، والتدريب يعززها بشكل كبير ويشير يار - أو (١٩٨٩) أنه ليست هناك اختلافات في تدريب القدرة اللاهوائية للبنات والبنين.

ويشير ماجلشو (١٩٩٣) إلى أنه ليس معنى أن القدرة اللاهوائية يمكن تنميتها للمجموعات العمرية، انهم يستخدمون المزيد من التدريب اللاهوائي بالمقارنة بالسباحين الكبار ويضيف أن المدربون في بعض الأحيان، يهتمون كثيراً بالتدريب اللاهوائي لتلك المجموعات الصغيرة، لأن معظم السباقات التي يشاركون فيها تعتمد بشكل كبير على أنظمة الطاقة اللاهوائية، فهذا قد يأتي بنتائج جيدة بشكل سريع، ولكن ذلك ليس في صالح السباحين على المدى الطويل، فسباحي المجموعات العمرية يحتاجون للقاعدة الأساسية من الأداء المهاري وإلى تدريب التحمل حتى ينجحوا في المرحلة المتقدمة في مجال السباحة.

يعتمد السباحون في سباقات السرعة على الجلكزة اللاهوائية وخاصة السباقات التي تستمر لمدة ٤٠-٥٠ث، وعلى ذلك فإن تنمية السرعة عند السباحين يؤدى إلى :

أ - زيادة قوة الدفع الكلية المستخدمة لتحسين ميكانيكية أداء السباحات، وتجنيد أكبر عدد من الألياف السريعة (FT) .

ب - زيادة مقدار الـATP-CP المخزون في العضلات .

جـ - زيادة نشاط الانزيمات التي تساعد على تحرر الطاقة أهمها أنزيم CPK, ATP_{ase} لذا يفضل لتنمية تلك القدرات الفسيولوجية اللاهوائية استخدام

مسافات (٢٥، ١٢,٥، ٥٠م) لأنها أفضل وسائل لتنمية السرعة . وأشارت إلى ذلك دراسة فوكس وماثيوس، ودراسة كوستل، ويكون مستوى السرعة هنا بنسبة ٩٥٪ من سرعة سباق السباح.

ويشير محمد على القط (١٩٩٩م) أن معدل نبض القلب هنا لا يعتبر مؤشراً جيداً لشدة التدريب المستخدمة، حيث أن الفترة الزمنية التى يستغرقها كل تكرار تكون قصيرة وغير كافية لوصول القلب لأقصى معدل له، وعلى ذلك فإن فترات الراحة البينية يجب أن تكون كاملة تقريباً، وذلك لزيادة تزويد العضلات العاملة بـ CP حتى يتمكن السباح من الاستمرار فى الأداء بسرعة عالية.

ويوصى ماجلشو بأنه عند تدريب العمل اللاهوائى يجب أن تكون فترات الراحة البينية بين التكرارات لمسافة ٢٥م من (٢٠–٣٠ث)، ومن (٢–٣ق) لمسافات ٥٠م، ويضيف أن هناك ثلاث أنواع من التحسنات فى القدرة اللاهوائية قد تجعل السباحين أكثر سرعة وهى:

أ – زيادة معدل التمثيل اللاهوائى للطاقة.

ب– زيادة قدرة المنظمات Buffering .

جـ– تحسن تحمل السباح للألم .

كما يشير ماجلشو (١٩٩٣) أن هناك ثلاث أنواع من طرق تدريب السرعة تستخدم كأساليب لتنمية القدرات اللاهوائية وهى:

أ ـ تدريب تحمل اللاكتيك Lactate Tolerance Training

ويهدف إلى زيادة قدرة المنظمات وتحمل الألم الناتج عن الأكاسيد المتكونة.

بـ تدريب إنتاج اللاكتيك Lactate Production Training

ويهدف إلى زيادة معدل التمثيل اللاهوائى للطاقة .

جـ تدريب القدرة العضلية Power Training

ويهدف إلى زيادة مقدار القدرة العضلية التى يستخدمها السباحون عند السباحة السريعة .

ويذكر محمد على القط (١٩٩٩) أن ماجلشو (١٩٩٣) وضع إرشادات يجب أن يتبعها المدربون عند تصميم البرامج التدريبية التى تهدف إلى تنمية السرعة بأنواعها الثلاثة وهى كما يوضحها الجدول التالى :

جدول (٢٢)
إرشادات لبناء مجموعات تدريب أنواع السرعة

أنواع تدريبات السرعة / المتغيرات	تدريب تحمل اللاكتيك Spr-1	تدريب إنتاج اللاكتيك Spr-2	تدريب القدرة العضلية Spr-3
مسافة المجموعة	من ٣٠٠–١٠٠٠م	من ٢٠٠–٦٠٠م فى المجموعة الواحدة، ١–٣ مجموعة لكل مرحلة تدريب	من ٢٠٠–٣٠٠م، ١–٢ مجموعة لكل مرحلة تدريب
مسافات التكرارات	من ٧٥–٢٠٠م، ويمكن استخدام ٢٥م، ٥٠م أيضاً فى مجموعات من ٢–١٢ تكرار وأفضلها من ٣–٦ مجموعات	٢٥، ٥٠، ٧٥م	من ١٠–٥٠م
الراحات الفترية	من ٥–١٠ق بين التكرارات الأطول، ومن ٥–٣٠ث بين التكرارات الأقصر	من ١–٣ق	من ٣٠ث –٥ق
سرعة الأداء	أقصى سرعة ممكنة	أقصى سرعة ممكنة، ٥ث على الأقل أسرع من مستوى العتبة الفارقة اللاهوائية	سرعة قصوى أو أقل من الأقصى

ويشير محمد على القط (٢٠٠٠) أن تدريبات السرعة لا تؤذى السباح طالما فى حدود كفاءته الفسيولوجية، والألم الناتج عن تدريب السرعة يعتبر علامة على أن التزود بالطاقة أثناء السباحة يتم بالجلكزة اللاهوائية، والجدول التالى يوضح بعض التدريبات التى تسهم فى تنمية السرعة (القدرة اللاهوائية) .

جدول (٢٣)
تدريبات تنمية السرعة القصوى

المسافة	أفضل التكرارات	الراحة الفترية	السرعة
٢٥م	من ٢٠-٤٠ تكرار فى ١٠ مجموعات	٢٠- ٣٠ث	أفضل زمن لمسافة ٢٥م بالثانية.
٥٠م	من ٦-٢٠ تكرار فى ٥ مجموعات	٢٠- ٣٠ث	أفضل زمن لمسافة ٥٠م + ثانيتين
٥٠م متقطعة (٢×٢٥)	من ٦- ١٠	١٠ث بين كل ٢٥ م، ومن ١-٢ق بين كل ٥٠م	السرعة الحالية أو المتوقعة لمسافة ٥٠م .
١٠٠م متقطعة (٤×٢٥)	من ٤ -٨	١٠ث بين كل ٥٠ م، ومن ٢-٣ق بين كل ١٠٠م	السرعة الحالية أو المتوقعة لمسافة ١٠٠م
- تدريب المقاومات - السباحة باستخدام الكفوف - السباحة بالأستك المطاط المقيد	من ١٠-٣٠ خلال ١-٢٠ ث من ٢٠ - ٤٠ من ٢٠ - ٤٠ باستمرار من ١٠ - ٢٠ث كل مرة	من ٣٠ث - دقيقة	أقصى مجهود أسرع من سرعة السباق أقصى مجهود

وعن مسافات التدريب الخاصة بالسرعة وفقاً لتقسيم ماجلشو (١٩٩٣) لطرق التدريب لتنمية القدرات اللاهوائية، فيوصى بأن يؤدى السباحين مجموعات كاملة من السرعة من ٣-٥ مرات أسبوعياً، ومن ٢-٣ مرات لمجموعات من تدريب إنتاج اللاكتيك، وتعتبر مسافات ٢٥م، ٥٠م فى شكل مجموعة من ٤-١٢

تكرار، تعتبر نموذجاً جيداً لتدريب إنتاج اللاكتيك وذلك لأى مرحلة عمرية، على أن يكون الراحة الفترية بين التكرارات من ١- ٣ق وهى لا تختلف عن المطلوب للسباحين الكبار.

وعن تدريب تحمل اللاكتيك فيرى أن أداء من (١-٢) مجموعة يعتبر كافية لتنمية قدرة المنظمات، ومن أفضل مسافة لذلك من ٥٠-١٠٠م . ومن أفضل أشكال التدريب للقدرة اللاهوائية لأى مرحلة عمرية شاملة الأطفال أداء سرعات بعرض حمام السباحة وكذلك أداء مسافات الـ ٢٥م.

ويوصى باستخدام مساعدات السرعة **Sprint Assisted** مع المجموعات العمرية، والتدريب بمقاومات السرعة **Sprint Resisted** حيث فيها المتعة ومساعدة السباحين على تنمية القدرات العضلية، وكذلك استخدام تدريبات الأداء **Drills** .

ولتقويم القدرة اللاهوائية، يشير بورز،هولى (١٩٩٤) **Powers & Howley** أنه للتعرف على القدرة اللاهوائية يجب مراعاة أن الاختبار المطبق يستخدم المجموعات العضلية المرتبطة بنوع النشاط الممارس، وربطها بنظام الطاقة المستخدم فى أداء السباق .

ويجب أن نتذكر أن السباقات التى يستمر أداؤها أقل من (١٠ث) تعتبر ضمن نظام الـ **ATP- CP**، بينما السباقات التى تستمر لفترة ما بين (٣٠- ٦٠ث) تستخدم الجلكزة اللاهوائية للحصول على الطاقة اللازمة . ولقياس القدرة اللاهوائية نجد أن اختبارات تقويم القدرة اللاهوائية قليلة ولم تأخذ حقها من الدراسة، ونحن فى حاجة للمزيد منها لأنها تفيد سباحي مسافات ٤٠٠م وما أقل وسوف نستعرض بعضها فيما يلى:

١ـ اختبار القدرة اللاهوائية باستخدام الدراجة الارجومترية

قام الباحثون فى معهد وينجات Wingate بوضع اختبار لتحديد القدرة اللاهوائية كما يلى:

- إحماء خفيف من ٢-٤ق، ثم يبدأ الفرد فى التبديل بأقصى سرعة دون مقاومة على الأرجوميتر، وعندما يصل الفرد لأقصى سرعة ويستمر عليها من ٢-٣ ث، ترفع المقاومة على الدراجة بسرعة حتى الحمل المحدد وفقاً لوزن الجسم للفرد المختبر، ويستمر الفرد على ذلك ويسجل معدل التبديل كل خمس ثوان.
- أقصى معدل خلال الثوان الأولى من الأداء تعتبر أعلى قدرة، ويعتبر ذلك إشارة إلى المعدل الأقصى لنظام الطاقة ATP - CP وهى مؤشر التعب .

وفى المجال التطبيقى، فإن القدرة القصوى الناتجة تحدث فى بداية الاختبار، وأقل قدرة ناتجة تكون خلال الثوان الخمس الأخيرة من الاختبار، والفرق بينهما يقسم على مقدار القدرة القصوى الناتجة وتفسر كنسبة مئوية، فمثلاً إذا كانت أعلى قدرة ناتجة (٦٠٠وات) وأقلها (٢٠٠) فتكون :

النسبة المئوية = ٦٠٠-٢٠٠÷٦٠٠ = ٠,٦٦٦ × ١٠٠ = ٦٧٪

جدول (٢٤)
المقاومات المستخدمة فى اختبار وينجات والمحددة من خلال وزن الجسم

وزن الجسم (كجم)	مجموعة المقاومات على العداد (كجم)	وزن الجسم (كجم)	مجموعة المقاومات على العداد (كجم)
٢٠ -٢٤,٩	١,٧٥	٦٠ -٦٤,٩	٤,٧٥
٢٥- ٢٩,٩	٢,٠٠	٦٥-٦٩,٩	٥,٠٠
٣٠ - ٣٤,٩	٢,٥	٧٠ - ٧٤,٩	٥,٥
٣٥ - ٣٩,٩	٣,٠٠	٧٥ - ٧٩,٩	٥,٧٥
٤٠ -٤٤,٩	٣,٢٥	٨٠ - ٨٤,٩	٦,٢٥
٤٥ -٤٩,٩	٣,٥	أكبر من ٨٥	٦,٥
٥٠ - ٥٤,٩	٤,٠٠		
٥٥ -٥٩,٩	٤,٢٥		

بوزر، هولى (١٩٩٤)، نقلاً عن نوبل Nobel

٢- اختبار القدرة اللاهوائية المطور:

قام بعض العلماء فى استراليا بتطوير اختبار وينجات ليكون الأداء الأقصى على الدراجة (٦٠ث) مع استخدام مقاومة متغيرة وليس ثابتة لحمل الأداء . وإجراءاته كما يلى:

- ٥ق إحماء بمعدل منخفض (١٢٠ وات) .
- راحة لمدة دقيقة، بعدها يبدأ الفرد فى التبديل بأسرع ما يمكنه دون مقاومات، حتى تتحقق أعلى سرعة تبديل فى خلال (٣ث) .

وتزاد السرعة فى التبديل خلال (١- ٣ث) لتكون ٠,٠٩٥ كيلوجرام كمقاومة لكل كيلوجرام من وزن الجسم .

- يستمر الفرد فى التبديل عند هذا الحمل مدة (٣٠ث)، بعدها ينقص الحمل ليصبح ٠,٠٧٥ كجم/كجم من وزن الجسم، وهذا الاختبار يصلح للأنشطة التى يستمر أدائها ما بين ٤٥- ٦٠ث .

٢ـ اختبار الـ ١٠ثوانى لكويبك The Quebec 10- Sec Test

يستخدم هذا الاختبار لتقدير القدرة اللاهوائية، وقام سيمونيو وآخرون Simoneau, et el., بتطويره، ويشير بوشيرد وآخرون (١٩٩١) Pouchard, et el. إلى أن نسبة الخطأ فيه قليلة ودرجة الثقة فى إجراءات ه عالية. ويؤدى على الدراجة الارجومترية، وإجراءاته كما يلى :-

- إحماء مختصر، يؤدى الفرد المختبر محاولتين كل منها (١٠ث) بينها راحة (١٠ق) تحدد المقاومة المستخدمة، حوالى ٠,٩ كجم/ كيلوجرام من وزن الجسم.
- يبدأ الفرد فى التبديل عند ٨٠ لفة/ق .
- يزداد الحمل تدريجياً خلال (٢-٣ث) حتى يصل الفرد للحمل المحدد، عندها يبدأ الفرد فى التبديل بأقصى سرعة ممكنة لمدة (١٠ث) .
- يؤدى الاختبار مرتين ويؤخذ متوسطهما.

٤ـ اختبارات الدم : Blood Tests

تعتبر اختبارات الدم أفضل طريقة فى الوقت الحاضر للاسترشاد عن القدرة اللاهوائية، وهو قياس أقصى نسب تركيز لحمض اللاكتيك بالدم بعد الانتهاء من الأداء فى المنافسات، فإذا كانت نسبة التركيز منخفضة، فإن ذلك يشير إلى ضعف مستوى أداء السباح أثناء المنافسة، وأن السباح قد يكون لديه حمل تدريبى زائد، وهنا يفضل أن تأخذ العينات أكثر من مرة من السباحين كل دقيقة أو دقيقتين حتى عشر دقائق تقريباً بعد الانتهاء من المنافسة .

ووضــع هــيلونج وزمــلاءه Hellwing & Associates إجــراءات أخــرى للاسترشـاد بهـا للقـدرة اللاهوائـية للسباح، وذلك بتحديد السرعة التى يحتاجها السباح لإنتاج حمض اللاكتيك عند مستوى (٦ملى مول)، وأثبتوا أن هناك علاقة ايجابـية دالة بينهما بلغت ٠,٧٥ لذا فإن التحسن فى سرعة السباح الذى تحققه السـباحة عـند مستوى ٦مـلى مول يشير إلى ارتفاع مستوى القدرة اللاهوائية لدى السباح، وأن نقصها علامة على انخفاضها.

٥ـ المجموعات التكرارية :

اسـتخدمت هـذه الطـريقة للحصـول عـلى تقديـر للقـدرة اللاهوائـية دون الحاجة لقياسات الدم وتشكلها كما يلى:

- مجموعة من ٦ – ٨ × ٥٠م على دقيقة واحدة .
- مجموعة من ٤–٦ × ٧٥م على دقيقتين .
- مجموعة من ٣–٥× ١٠٠م على ٣– ١٠ دقائق .

ويشير روهرز، كوركرز (١٩٨٩) Rohrs & Coworkers أن أداء مجموعات بتكرارات يتطلب كل تكرار زمن قدرة (٣٠ث) بأقصى مجهود ضد بعض المقاومات المحـددة تحـقق تنمـية فـى القـدرة اللاهوائية للسباح، حيث بلغ معامل الارتباط التدريـب بمجموعـات بجهـد أقصـى (٣٠ث لكـل تكـرار) وزمـن سـباحة ١٠٠م (٠,٦٦)، وزمن سباحة ٥٠م (٠,٧٨).

٦ـ اختبار الخطو فى السباحة

يسـتخدم هـذا الاخـتـبار لـتحديد السـرعة القصـوى لأداء سـباحة معينة، ويعـتمد عـلى أداء مجموعـات تكـرارية بسـرعات تـزداد تدريجـياً حـتى يستطيع السباح تكملة المجموعة عند السرعة المحددة وقد اختيرت مجموعة من ٥× ٢٠٠م

وراحة بينية بين التكرارات من ١٠ - ١٥ث ، تؤدى المجموعة الأولى بسرعة أقل من الأقصى لمستوى العتبة الفارقة اللاهوائية الخاصة بالسباح.

يزداد معدل السرعة فى كل ٢٠٠م بعد ذلك حوالى (٤ثوان) لكل مجموعة يؤديها السباح بنجاح، وتحدد سرعة المجموعة الأولى وفق تجربة استطلاعية شريطة أن يستطيع السباح تكملة ثلاث مجموعات على الأقل دون أن يقل مستوى أدائه ، ثم يأخذ متوسط السرعات التى حققها السباح فى المجموعات التى أداها قبل أن يقل مستوى أدائه، وتكون هذه هى سرعة المسافة ٢٠٠م ويمكن قسمتها على أثنين للحصول على سرعة المسافة ١٠٠م .

نقلاً عن محمد على القط (١٩٩٩م)، عصام حلمى (١٩٩٨م)، ماجلشو (١٩٩٣م)

(٢) القدرات الهوائية والتحمل العضلى :

الناشئين لديهم القدرة على التدريب لفترات طويلة ونشيطة مثل البالغين، وفى الحقيقة فإن الصغار قد يكونوا أفضل من الكبار فى الاستجابة للتدريب الشديد إذا ما احتفظوا بالسرعة المتناسبة مع قدراتهم، وقد أظهرت الدراسات العلمية أن الأطفال لديهم القدرة على تزويد أجسامهم بكميات كبيرة من الأكسجين مثل البالغين، كما أنهم لديهم القدرة على التدريب بالقرب من سرعتهم القصوى الشخصية دون الوصول للتعب، والشيء الوحيد المخالف بالنسبة لتدريب التحمل للمجموعات العمرية هو أنهم لا يستطيعون السباحة باقتصاد مثل السباحين الكبار، مما يجعلهم يتدربون مبكراً إذا حاولوا أداء المجهود عند مستوى المجهود الخاصة بالبالغين الأكبر منهم سناً، وليس هناك اختلاف إذا كان المجهود المبذول عند نفس النسبة المئوية.

ويلعب استهلاك الأكسجين دوراً حيوياً فى أداء سباحى المسافات المتوسطة والمسافة، وهو مصطلح يشير إلى كمية الأكسجين التى تستخدمها

العضلات والأنسجة، وتؤكد الأبحاث العلمية أن الأفراد الذين يتمتعون بقدرة كبيرة على استهلاك الأكسجين، يكون أداؤهم بصفة عامة أفضل في سباقات التحمل. ويعادل الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (Vo_2max) ٢لتر/ق للإناث البالغين، ٣لتر/ق للذكور، وبالنسبة للرياضيين يتجاوز ٤لتر/ق للإناث، ٥لتر/ق للذكور، ويحسب الـ Vo_2max بعدد المليلترات لكل كيلو جرام من وزن الجسم في الدقيقة. (محمد على القط ١٩٩٩)

ويشير ويلمور، كوستل Wilmore & Costill (١٩٩٤) أن معدل استهلاك السباحين للأكسجين من عمر (١٠–٢٥ سنة) يبلغ من ٥٠–٧٠مليلتر /كجم/ ق، كما يذكر ماك دوجال وآخرون Mac Dougall, et al. (١٩٩١)، أنه يبلغ عند السباحين الدوليين من ٥٤–٧٠ مليلتر/كجم/ق . ومع ذلك تشير البحوث أن الوراثة لها دور كبير في تحديد مستوى الـ Vo_2max ومقدار تحسنه المحتمل، ويشير بعضها إلى أنها بنسبة ١٠–٢٠٪ وقد تصل إلى ٢٠–٤٠٪ إذا فقد الجسم الزيادة في دهونه أثناء برنامج التدريب . ويشير تروب، ريز أن استهلاك الأكسجين يختلف من سباح لآخر وفق سرعة ومسافة الأداء في السباقات في كل طريقة من طرق السباحة .

ويؤثر التدريب على تحسن مستوى الـ Vo_2max وتدريب التحمل الغرض الأساسي منه هو تنمية وتحسين القدرة الهوائية، فهو هام في جميع السباقات ١٠٠م أو المسافات الأطول . ويشير ماجلشو (١٩٩٣) أن التدريب بالسرعات التي تتفق مع العتبة الفارقة اللاهوائية للسباح، تكون غالباً طريقة مؤثرة لتنمية القدرة الهوائية .

ويضيف أن السباحين يجب أن يتدربوا باستخدام ثلاث مستويات من تدريب التحمل، الأول هو المستوى تحت سرعات العتبة الفارقة، ويسمى بتدريب

التحمل الأساسى . والثانى هو تدريب العتبة الفارقة والأخير هو المستوى فوق سرعات العتبة الفارقة، وأصطلح على تسميته بتدريب تحمل الحمل الزائد وهذه المستويات الثلاث يمكن استخدامها وفقاً للمصطلحات التالية :

١- تدريب التحمل الأساسى 1- End -1 (basic endurance Training)

٢- تدريب العتبة الفارقة اللاهوائية 2- End-2 (Threshold endurance T.)

٣- تدريب تحمل الحمل الزائد 3- End- 3 (Overload endurance T.)

وسوف نتناول بقليل من التفصيل هذه المستويات الثلاثة :

١ـ تدريب العتبة الفارقة (تحمل ٢) End-2 :

إن الغرض من هذا المستوى هو تنمية القدرة الهوائية، ولكى يحدث هذا التأثير يجب أن يعرف كل سباح سرعة السباحة الخاصة به والمتوافقة مع العتبة الفارقة اللاهوائية.

وأفضل طريقة لتحديدها اختبار الدم. ويقترح ماجلشو (١٩٩٣) بعض الإرشادات المتوافقة مع بناء مجموعات تدريب العتبة الفارقة.

١- مسافة المجموعة : ٢٠٠٠-٤٠٠٠م للسباحين الناشئين، أو سباحة ٢٥-٤٠ دقيقة للآخرين .

٢- مسافة التكرارات: أى مسافة من ٢٥-٤٠٠٠ م .

٣- الراحات الفترية : ١٠-٣٠ث .

٤- السرعة: سرعة العتبة الفارقة الخاصة لكل سباح، أو أقصى مجهود فوق المسافة لمجموعة كاملة.

٥- المسافة المتوقعة أسبوعياً: ١٢٠٠٠-١٦٠٠٠م .

٢ـ تدريب التحمل الزائد: (تحمل ٢) End- 3 :

وهو عبارة عن السباحة فوق مستوى العتبة الفارقة اللاهوائية للفرد بقليل، وهذا النوع من التدريب يعمل على تنمية مستوى الـ Vo_2max. أن هذه الطريقة قوية، ولكن لا يمكن استخدامها كثيراً لأن القدرة الهوائية للسباح يمكن أن تتأثر سلبياً بالحمل الزائد، ولهذا ينصح ماجلشو (١٩٩٣) سباحي المجموعات العمرية بأن تكون مسافة المجموعة ما بين ٣٠٠٠-٤٠٠٠م حيث أن سرعات التدريب لهم أقل ويعطي بعض الارشادات التي تساهم في تشكيل مجموعات لتدريب طريقة الحمل الزائد.

١- مسافة المجموعة: ١٥٠٠-٢٠٠٠م للسباحين الناشئين، ٢٠-٢٥ دقيقة سباحة للآخرين.
٢- مسافة التكرارات: ٢٥-٢٠٠٠م .
٣- الراحات الفترية: ٣٠ث-٢ق
٤- السرعة: ١-٢ث أسرع لكل ١٠٠م عند مستوى العتبة الفارقة، أو سرعة مدى التحمل لمجموعة كاملة .
٥- المسافة الأسبوعية المقترحة: ٤٠٠٠-٦٠٠٠م .

٣ـ تدريب التحمل الأساسي: (تحمل ١) End- 1

إن تدريب هذه الطريقة يشترط فترة زمنية معينة يستخدم فيها معدلات أقل من الجليكوجين. إن المحافظة على شدة التدريب في هذه الطريقة يساعد على تنمية القدرة الهوائية، ويشير هولوسوزي وآخرون "Holloszy, et al إن الدهون في هذه الطريقة تزود العضلات العاملة بنسبة ٥٠-٦٠٪ من اجمالي الطاقة اعتماداً على حجم وسرعة المجموعة المستخدمة.

وينصح ماجلشو (١٩٩٣) بأن يكون التركيز على تدريب التحمل الأساسى فى بداية الموسم لدرجة أن السباحين يمكنهم تنمية معدل تمثيل الدهون، وهذا سوف يفيد بشكل مباشر فى السباقات. ويكون ذلك بشكل شامل خلال الـ ٣-٦ أسابيع الأولى من كل موسم جديد. كما يجب أن يكون تدريب التحمل فى هذه الفترة شاملاً تدريب التحمل الأساسى بنسبة ٥٠-٦٠٪ . ويعطى ماجلشو الإرشادات الآتية لبناء مجموعات التحمل الأساسى:

١- مسافة المجموعة: ٢٠٠٠-١٠,٠٠٠م للسباحين الكبار، ٢٠-١٢٠ق للسباحين الآخرين.

٢- مسافة تكرارات: أى مسافة تكرارية.

٣- الراحة الفترية: ٥-٣٠ث .

٤- السرعة: ٢-٤ث لكل ١٠٠م أبطئ من سرعة تحمل العتبة الفارقة اللاهوائية.

وعن مسافات تدريب التحمل للسباحين الصغار يعتقد أنها يجب أن تتوافق مع القدرة الخاصة بسباحى المجموعات العمرية والجدول التالى يحدد قائمة المسافات المطلوبة لكل مجموعة عمرية بدءً من ٧-٨ سنوات إلى ١٣-١٤ سنه .

جدول (٢٥)

المسافات الأسبوعية المقترحة بالياردة أو المتر لكل مستوى من مستويات تدريب التحمل لسباحى المجموعات العمرية

المجموعة العمرية	التحمل الأساسى End-1	تحمل العتبة الفارقة End-2	تحمل الحمل الزائد. End-3
٧-٨	١,٥٠٠-٢,٠٠٠	١,٠٠٠-٢,٠٠٠	٤٠٠-٨٠٠
٩-١٠	٣,٠٠٠-٥,٠٠٠	٢,٠٠٠-٣,٠٠٠	١,٠٠٠-٢,٠٠٠
١١-١٢	٦,٠٠٠-٨,٠٠٠	٤,٠٠٠-٦,٠٠٠	٢,٠٠٠-٣,٠٠٠
١٣-١٤	٨,٠٠٠-١٢,٠٠٠	٦,٠٠٠-٩,٠٠٠	٢,٠٠٠-٣,٠٠٠

فسباحي عمر ٧-٨ سنوات يجب أن يتدربوا من ٣-٥ ساعات كل أسبوع، كما يجب أن يسبحوا مرتين أو ثلاثة لمجموعات من تحمل العتبة الفارقة End-2 كل أسبوع، كل مجموعة يكون مداها ٥٠٠-١٠٠٠ ياردة أو متر.

كما يجب أيضاً أن يتموا ما يعادل أو أكبر من مقدار سباحة التحمل الأساسي على أن تكون معظم المسافة فى شكل تدريبات الأداء للسباحات المختلفة Stroke Drills (سباحة - ضربات رجلين - شد بالذراعين)، كما يجب أن يشتمل تدريبهم أيضاً مرة أو أثنين مجموعات من تحمل الحمل الزائد كل أسبوع، ويكون طول كل مجموعة من ٤٠٠-٥٠٠م تقريباً ويزيد هذا التدريب للمجموعة العمرية من ٩-١٠ سنوات، كما يزيد الزمن المخصص للتدريب إلى ما بين ٥-٧ ساعات أسبوعياً. كما يجب أن يؤدوا مجموعتين أو ثلاثة من تدريب تحمل العتبة الفارقة أسبوعياً، وتشتمل كل مجموعة من ١٠٠٠-١٥٠٠م، كما يجب أن تزيد كمية التدريب للتحمل الأساسي قليلاً يومياً، وكذلك مجموعة أو اثنين من تدريب تحمل الحمل الزائد أسبوعياً وأفضل مسافة لذلك من ٥٠٠-١٠٠٠م.

ويجب أن يزيد التدريب كثيراً لمرحلة ١١-١٢ سنه ليصل إلى ٧-١٠ ساعات أسبوعياً ومسافات ما بين (٦-٨ كيلومتر)أسبوعياً لتدريب التحمل الأساسي، (٤-٦ كيلو متر) لتدريب تحمل العتبة الفارقة من (٢-٣) مجموعات أسبوعياً، ومدى كل مجموعة ١٥٠٠-٢٠٠٠م، والتدريب الأساسي فى البرنامج يكون يومياً فى شكل مجموعات من ١٠٠٠-٢٠٠٠م، وكذلك يجب أن يشمل البرنامج من ١-٢ مجموعة لتدريب تحمل الحمل الزائد يومياً بمسافة من ١٠٠٠-١٥٠٠م.

وعندما يصعد السباحون للمجموعة العمرية من ١٣--١٤ سنه، فإن يمكنهم التدريب بشكل مماثل للسباحين الكبار، ويمكن لسباحى هذه المرحلة التدريب مرتين يومياً على أن يكون التدريب اليومى ساعتان لمدة ٥-٦ أيام أسبوعياً، من ٢-٣ مجموعات أسبوعياً لتدريب تحمل العتبة الفارقة على أن تشمل كل مجموعة ما بين ٢٠٠٠-٣٠٠٠م. أما عن تدريب التحمل الأساسى، يكون بمجموعات كل مجموعة من ١٠٠٠-٢٠٠٠م يومياً . وبالنسبة لتدريب تحمل الحمل الزائد يكون مجموعة أو أثنين أسبوعياً كل مجموعة من ١٠٠٠-١٥٠٠م .

ولتطوير مستوى التحمل الخاص والأساسى لدى السباحين الناشئين، يشير أندرى فورونتسوف (١٩٩٦) **Andrei Vorontsov** إلى أن هناك أربعة مراحل هى الأساس للتخطيط لتدريب السباحين الناشئين هى كما يلى:

١- المرحلة التمهيدية للإعداد الرياضى .

وتبدأ هذه المرحلة من سن ٧-٩ سنوات للبنات، ومن ٨-١٠ سنوات للذكور، والبداية المبكرة عن هذه المرحلة غير مطلوبة، فقد تفقد الناشئ الاهتمام والدافعية للاستمرار فى مجال السباحة كرياضة تنافسية، وتستمر هذه الفترة من ١-٢ سنه وتهدف هذه المرحلة إلى:

أ- التأكيد على تعليم الأداء الفنى للسباحة مع مراعاة أن تكون عملية التدريب مسلية وممتعة ويغلب عليها طابع المرح، مع التدرج فى زيادة عدد مرات التدريب من ٣-٥-٦مرات أسبوعياً .

ب- تحديد المعايير الأساسية المورفولوجية.

جـ- تحديد اتجاهات السباح ورغباته نحو السباحة.

٢ـ مرحلة التدريب الأساسية

وهذه المرحلة تبدأ من سن ٩-١٠ سنوات للبنات، ومن ١٠-١١ سنه للأولاد، ومتوسط هذه المرحلة من ٣-٤ سنوات، وتهدف إلى:

أ- تطوير القدرات البدنية العامة والأساسيات الوظيفية للأداء في السباحة

ب- تحديد السباحين الناشئين الموهوبين.

جـ- إتقان الأداء الفني المهارى لطرق السباحة الأربع، مع التدرج في التخصص في سباحتين على الأقل.

د- تكوين الاتجاهات الايجابية نحو الانتظام في التدريب.

وفي هذه المرحلة يتم التأكيد على تطوير القدرات الهوائية للسباحين الناشئين، والاهتمام بالتدريبات الارضية، واستخدام الأدوات المساعدة مثل الأساتك المطاطية، كفوف اليد، حبال الشد في الماء، مع استخدام تمرينات القوة باستخدام الأثقال الحرة مثل: الدمبلز والبار، وأجهزة الشد، جهاز بنش السباحة للتدريب على الحركات المشابهة للأداء في السباحة عن طريق مقاومة وزن الجسم.

ومن الأهمية بمكان في هذه المرحلة تنمية التحمل العضلي للمجموعات العضلية الكبيرة باستخدام مقاومات خفيفة أو متوسطة مع تكرارات كبيرة. ويجب أيضاً الاهتمام بتطوير قوة الشد في الماء مع التركيز على النسبة المثالية لمعدل ضربات الذراعين وطول الشدة ومسافتها.

٣ـ مرحلة الخصوصية.

يندمج البنات في هذه المرحلة عند سن ١٢-١٤ سنه، بينما الأولاد من ١٣-١٥ سنه نظراً للاختلافات في النضج والبلوغ، والاستمرار في هذه المرحلة يستمر من ٣-٤ سنوات.

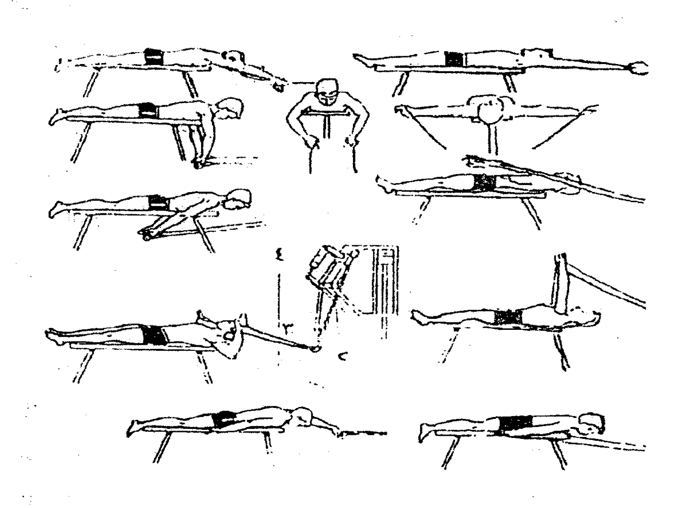
وتهدف هذه المرحلة إلى زيادة الإعداد للوصول لأقصى حمل تدريبى مع اتقان الأداء الفنى والمهارات الخططية، وثبات الدافعية تجاه التدريب المكثف والاعداد الخاص فى هذه المرحلة يجب أن يتجه نحو الفردية، ومع بداية البلوغ يزداد حجم التدريب وشدته، كما يجب الاهتمام بتنمية التدريب الهوائى من خلال أداء المسافات الكبيرة.

إن الزيادة فى حجم التدريب اللاهوائى وتدريب القوة العضلية خلال هذه المرحلة له تأثير ايجابى فى تنمية الكفاءة البدنية الخاصة.

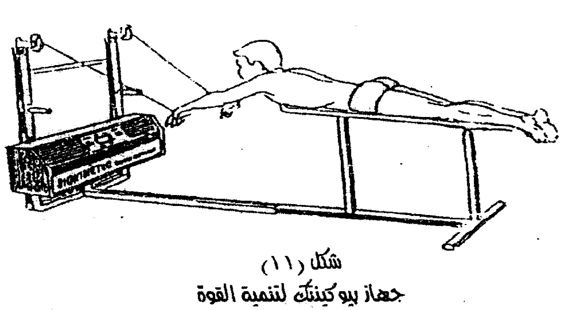
٤ـ مرحلة التميز .

متوسط العمر فى هذه المرحلة من ١٥-١٦ سنة للبنات، ١٦-١٩ سنة للأولاد، ويمكن أن تكون فى هذه المرحلة الفرصة مهيأة لتحقيق الإنجاز، وذلك للوصول لأقصى مستوى بدني ووظيفي؛ وتهدف هذه المرحلة إلى :

- تصميم البرنامج بصورة فردية والتى تساعد على انجاز أعلى مستوى أداء .
- المحافظة على أعلى مستوى للقدرات الوظيفية العامة والخاصة والمهارات الفنية والخططية.
- المحافظة على قوة الدافع تجاه المنافسة.
- زيادة حجم التدريب إلى أقصى درجة تصل إلى ١٨٠٠٠-٢٢٠٠٠كم فى السنة لسباحى السرعة، ومن ٢٦٠٠٠-٣٠٠٠٠كم لسباحى المسافة.
- الاهتمام بالتدريب الأرضى لزيادة القدرة العضلية للعضلات الخاصة بالسباحة وزيادة التحمل العضلى لعضلات الذراعين والرجلين.
- التأكيد على أن تكون تدريبات القوة فى اتجاه الشد، ويستخدم لذلك ما يلى:
  - السباحة المقيدة.
  - الحبال المطاطة فى الماء.



شكل (١٠)
تمرينات مختلفة على جهاز (ماتينس هيوتل)



شكل (١١)
جهاز بيوكينتك لتنمية القوة

- السباحة ضد التيارات المائية بسرعة قصوى، وأقل من الأقصى (بساط السباحة Swimming Treadmill) .
- السباحة بالكفوف.
- السباحة بأجهزة المقاومة الإضافية.
- السباحة مع شد الأثقال عن طريق الدفع.

أساليب تنمية القدرة الهوائية للسباحين

يعتبر الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (Vo_2max) مؤشراً على مستوى القدرة الهوائية، لذا فإن تنميته على درجة كبير من الأهمية لسباحى المسافات المتوسطة والمسافة، وقد تناولت العديد من الدراسات عملية تنمية الـ Vo_2max استخدم معظمها العجلة الارجومترية والسير المتحرك ويستخدم التنوع فى تكرار المسافات فى تحسينه وتنميته شريطه الاهتمام الشديد بالراحات الفترية بين التكرارات. ويشير محمد على القط (٢٠٠٠) نقلاً عن ماجلشو أنه يفضل استخدام المسافات ما بين ٣٠٠–٦٠٠م على أن يكون الأداء على فترات كل منها ٣–٥ دقائق وبشدة من ٨٠–٩٠٪ من زمن سرعة السباحة للسباح، لأن هذه المسافة تستغرق ما بين ٣–٧ دقائق، لذلك فهى تدخل ضمن الفترة الزمنية المطلوبة لتنمية مستوى الـ Vo_2max، كما أن هذه الفترة كافية لتحقيق الزيادة فى حمل الأداء بما يكفى لتحفيز العمليات الفسيولوجية الهوائية لتمثيل الطاقة المطلوبة، ويفضل معظم المدربون أن تكون الراحة الفترية ما بين ١–٣ دقائق.

ويشير محمد على القط (١٩٩٩) أن العلماء يذكرون أن المسافات الأقصر أو الأطول من المسافة المحددة سابقاً (من ٣٠٠–٦٠٠) يمكن استخدامها لتحقيق التنمية المنشودة فى مستوى الـ Vo_2max ، لأنه فى واقع الأمر، أن العبرة ليست

بالمسافة ولكن بشدة أداء هذه المسافة وكذلك إلى الراحات الفترية ومدى مناسبتها للمسافة المستخدمة، ففى المسافات الأقصر يجب أن تكون فترات الراحة أقل من فترات الأداء لهذه المسافات، لأن التأثير المطلوب لتنمية الـ Vo_2max ينتج عن تتابع أداء تكرارات هذه المسافات حيث لا يكون الاستشفاء كاملاً بين التكررات، لذا يفضل أن تكون ما بين (٠,٢٥—٠,٥٠) من الزمن المستغرق لسباحة التكرارات.

إن أفضل الراحات الفترية بين التكرارات لسباحة مسافات ٢٥م، ٥٠م تكون من ٨٠—٩٠٪ من أقصى سرعة للسباح. ويضيف لامب Lamb (١٩٨٤) الشروط التالية لتحسين مستوى Vo_2max وهى:

١— الشدة: يصل فيها نبض القلب لأكثر من ١٣٥ ن/ق.

٢— الحجم: لا يقل زمن الأداء عن ١٠ق.

٣— التكرارات: لا تقل عن ٣ مرات أسبوعياً.

ويضيف أن العلماء يؤكدون على أنه لكى تكون قياسات تحديد مستوى Vo_2max حقيقية وصادقة لابد أن يشارك فى الأداء أكثر من ٥٠٪ من عضلات الجسم.

ويرى بورز، هولى Powers & Howley (١٩٩٤) أن هناك ثلاث طرق لتنمية القدرات الهوائية هى:

١— التدريب الفترى Interval Training

٢— تدريب المسافات الطويلة البطيئة Long, Slow distance training.

٣— التدريب المستمر ذات الشدة العالية High intensity, continuous exercise.

ويجب أن نعلم أن الطول والوزن والسن والنوع (ذكر أم أنثى) ونوع النشاط الممارس، كلها عوامل تؤثر فى مستوى الـ Vo_2max هذا بالإضافة إلى

الوراثة. إن الدراسات العلمية إشارات نتائجها أن مقدار التحسن فى الـ Vo_2max لـدى الناشـئين فى السباحة بلغ من ٧-٢٦٪ عن تطبيق برنامج تدريب التحمل، وهذا لا يختلف كثيراً بالنسبة للبالغين والذى يبلغ من ٥-٢٥٪ .

لذا نرى أنه لتحقيق تنمية القدرة الهوائية للسباحين الناشئين، من خلال التطبيق الفعلى أثناء التدريب، أنه يجب أن يستخدم المدربون الأشكال الحديثة من التدريب التى أوصى بها ماجلشو (١٩٩٣)، (١٩٨٢) والتى تلعب دوراً حيوياً فى تنمية العمل الهوائى وهى طريقة تدريب الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين، وطريقة تدريب العتبة الفارقة اللاهوائية.

ويجـب ألا نفهـم مـن ذلـك أن سباحى المسـافة يـتدربون على سباحات الـتحمل فقـط طول الوقت، بل يجب دمج كل أنواع التدريب، ولكن الاختلافات تكـون فـى نسـبة كـل نـوع مـن التدريـب، بحيـث تكون النسبة الأكبر وفقاً لنوع المسـابقة الـتى يشـارك فـيها السـباح، فكمـا أن سباحو المسافة فى حاجة شديدة لتنمـية قدراتهـم الهوائـية فهـم فى حاجة أيضاً لتنمية قدراتهم اللاهوائية، حتى يمكنهـم السباحة بصورة أسرع خلال المراحل النهائية للسباق الذى يشتركون فيه، فبالتالى تتحسن قدرة سباح المسافة على أداء السرعة عند التعب ويكون ذلك بأداء تكـرارات بسرعة عالية لمسافات ٢٥م أو ١٠٠م أو ٢٠٠م ويؤدى ذلك خلال الفترة الأخيرة من التدريب .

إن تحقيق التنمية والتطور فى مستوى التكيفات الفسيولوجية المكتسبة من التدريـب الهوائـى، فلابـد مـن اجراء عملية التقويم لما تحقق بصفة دورية بهدف الوقـوف على مدى التقدم الذى تحقق، وبالتالى التعرف على مدى تحقيق البرامج التدريبـية المسـتخدمة لأهدافهـا، وتعـد الاخـتبارات والمقايـيس هـى أفضـل هـذه

الوسائل لعملية التقويم. لذا سوف نعرض بعض الاختبارات التى يمكن استخدامها لتقويم القدرات الهوائية ، وهى :

١ـ اختبار فوكس للتنبؤ بالحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين Vo2max .

يؤدى الاختبار على الدراجة الأرجومترية لمدة خمس دقائق عند مستوى ١٥٠ وات (٩٠٠ كيلو متر/دقيقة) ويقاس نبض القلب فى نهاية الدقيقة الخامسة ،ثم تطبيق المعادلة التالية :

Vo_2max م/د = ٦,٣ – ٠,٠١٩٣ × نبض القلب الأقل من الأقصى فى نهاية الدقيقة الخامسة

٢ـ اختبار ايبلنج وآخرون للتمرين المتدرج

Greded Exercise Test (GXT) by Ebbeling, et al.

- يستخدم السير المتحرك ، وهو يلائم جميع الأفراد أصحاب اللياقة البدنية العالية والضعيفة ، وتكون درجة انحدار البساط (صفر) وسرعة ما بين ٢–٤,٥ mph ، ونبض القلب عند مستوى ٥٠–٧٠٪ من أقصى نبض للفرد وفقاً لعمره الزمنى.
- يؤدى الفرد إحماء لمدة (٤ق) يليها زيادة تدريجية بمعدل (٥٪) لمدة (٤ق) .
- يقاس النبض فى الدقيقة الأخيرة وتسجل السرعة عندها ، ثم تطبق المعادلة التالية :

$$Vo_2max = 15.1 + 21.8\,(S) - 0.327\,(HR) - 0.263\,(SXA) + 0.0050 + (HRXA) + 5.98\,(G)$$

حيث S = سرعة الأداء mph

، HR = معدل نبض القلب

، A = العمر بالسنوات.

، G = النوع .

وله معامل ثابت يساوى (صفر) للإناث ، (١) للذكور .



٢- بروتوكول الكلية الأمريكية للطب الرياضى:

American College Of Sports Medicine Protocol (ACSM)

- **إجراءات الاختبار:**

– سرعة التبديل ثابتة عند مقاومة ٥٠ أو ٦٠ لفة/ق،ثم الإحماء (٢ق) على مقاومة منخفضة .

– يزداد الجهد تدريجياً ما بين (١٥٠ – ٣٠٠كجم/متر) كل (٢-٣ق) حتى لا يستطيع الفرد المختبر المحافظة على سرعة الأداء.

– عندما ينتهى الاختبار تقلل المقاومة المستخدمة، ويستمر الفرد فى التبديل من (٣-٥ق) .

– يحسب الـ **Vo₂max** من خلال الجدول التالى:

جدول (٢٦)

تقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين النسبى (ملليلتر/كجم/ق)

وزن الجسم		معدلات الأداء على الأرجوميتر (كجم/ق/وات)						
كيلو جرام	رطل	٣٠٠كجم ٥٠وات	٤٥٠ ٧٥	٦٠٠ ١٠٠	٧٥٠ ١٢٥	٩٠٠ ١٥٠	١٠٥٠ ١٧٥	١٢٠٠ ٢٠٠
٥٠	١١٠	١٨	٢٤	٣٠	٣٦	٤٢	٤٨	٥٤
٦٠	١٣٢	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٣٥	٤٠	٤٢
٧٠	١٥٤	١٢,٨	١٧,١	٢١,٤	٢٥,٧	٣٠	٣٤,٣	٣٨,٦
٨٠	١٧٦	١١,٣	١٥	١٨,٨	٢٢,٥	٢٦,٣	٣٠	٣٣,٨
٩٠	١٩٨	١٠	١٣,٣	١٦,٧	٢٠	٢٣,٣	٢٦,٧	٣٠
١٠٠	٢٢٠	٩	١٢	١٥	١٨	٢١	٢٤	٢٧

• نقلاً عن محمد على القط (١٩٩٩) نقلاً عن مود، فوستر (١٩٩٥) .

٤ـ اختبار ستورر وآخرون Storer, et al لتحديد الـ Vo2max.

يبدأ الاختبار بالإحماء عند (صفر/وات) لمدة (٤ق) ثم يؤدى الفرد اختبار العمل الإضافى Incremental Exercise test . وذلك بإضافة (١٥ وات) كل دقيقة حتى يصل الفرد إلى التعب الإرادى Voluntary Fatigue وهذا الاختبار للذكور فقط، ثم تطبق المعادلة التالية:

الـ Vo_2max النسبى= ١٥,٥١ (أقصى شدة أداء بالوات + ٦,٣٥(الوزن الكيلوجرام) − ١٠,٤٩ العمر بالسنوات+٥١٩,٣

* نقلاً عن روبيرجس ، روبرتس (١٩٩٧)

٥ـ التنبؤ بالـ Vo_2max للسباحين الذكور من سن ١٥ـ٢٥ سنة :

يقاس زمن سباحة مسافة ٨٠٠م حرة، ويقاس وزن الجسم بالكيلو جرام، ثم تطبق المعادلة التالية:

$$\bar{Y}_1 = 2.1494 \text{ to. } 42\,(X_1) - 0.02\,(X_2)$$

حيث Y_1 = التنبؤ بالحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (لتر/دقيقة)

، X_1 = وزن الجسم (كيلو/جرام)

، X_2 = زمن أداء سباحة حرة ٨٠٠م بالثوانى

* نقلاً عن محمد على القط (١٩٩٩)

٦ـ اختبار الثلاثون دقيقة The T-30 test

السباحة ٣٠ دقيقة وحساب المسافة التى سُبحت، أو سباحة (٣٠٠٠م) وحساب الزمن، ويكون الأداء بأقصى قدرة للسباح من البداية حتى نهاية الاختبار، ثم تقسم المسافة المقطوعة إلى مئات الأمتار، ثم يحسب الزمن لكل ١٠٠م سباحة بالثوانى وهذا الاختبار يصلح لجميع الأعمار بشرط أن يكمل السباح زمن الـ ٣٠ق تقريباً، واجراءاته يوضحها المثال التالى:

– زمن سباحة ٣٠٠٠م = ٣٥ = ٢١٠٠ ثانية .

– متوسط السرعة لكل تكرار من مسافة ١٠٠م = ٣٠/٢١٠٠ = ٧٠ث = ١٠ : ١ق.

– الزمن المتنبأ به لسرعة أداء المسافات التكرارية = ١,١٠ × عدد مئات الأمتار .

نقلاً عن ماجلشو (١٩٩٣)

٧ـ اختبار العمل الاضافى لتحديد الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين :

– ٣ق راحة تامة باسترخاء، ثم (٣ق) تبديل على الدراجة الارجوامترية عند (صفر/ وات)، ثم يبدأ الحمل بالتبديل عند (٢٠ وات)، ثم تزداد الشدة (٢٠ وات) بعد ذلك كل دقيقة حتى يصل الفرد إلى حالة الإجهاد Exhaustion . نقلاً عن محمد على القط (١٩٩٩)

٨ـ اختبار كرويز الفترى Cruise Interval Test لتحديد سرعة الأداء فى السباحة عند مستوى العتبة الفارقة اللاهوائية.

– سباحة ٥ × ١٠٠م بأقصى سرعة يمكن أن يؤديها السباح، ثم يحسب الزمن ويضاف عليها (٥ ثوانى) ويمكن استخدامه لمسافات أخرى أطول، بحيث يضاعف زمن الأداء.

– فإذا كان زمن أداء الـ ١٠٠م ٥ : ١ يضاف ٥ ثوانى = ١٠ : ١ لكل تكرار من ١٠٠م .

– وإذا كانت المسافة ٢٠٠م = ٢٠ : ٢

– وإذا كانت المسافة ٥٠٠ = ٥٠ : ٥

(٢) القوة العضلية

يشير تروب، ريز أن مفهوم تدريب القوة ليس بالجديد فى سباحة المنافسات فهى جزء هام فى معظم برامج التدريب، فالأداء يتأثر بنوع الليفة

العضلية. لذا فإن تحسن الأداء يعتمد على تدريبات الانقباض بشكل خاص على العضلة التى لها القدرة لإنتاج القوة، وتحسن نظم إنتاج الطاقة (كلارك Clarke، ثروستنين Thorstensen، جولنك Gollnick) ومع ذلك فإن ذلك يعتمد على :

١- قدرة العضلة على المقاومة.

٢- سرعة الانقباض.

٣- عدد التكرارات.

٤- استمرارية العمل المستخدم.

إن تدريب القوة العضلية من الممكن أن يأخذ الأشكال المختلفة التالية :-

١ـ الانقباض الايزوتونى

وهو يستخدم تقصير العضلة ضد مقاومة. وهنا يشير ماجلشو (١٩٩٣) إلى أساليب تنمية القوة باستخدام برامج تستخدم الأنواع الآتية :

أ- تدريب المقاومة الثابتة **Constant Resistance Training**

ب- تدريب المقاومة المتغيرة **Variable Resistance Training**

حـ- التدريب الايزوكنتيكى **Isokinetic Training**

د- التدريب بالإطالة **Eccentric Training**

٢ـ الانقباض الايزومترى

وهو انقباض وتنمية بدون تغير فى الطول الخارجى للعضلة، وهو مناسب عند العمل ضد مقاومة خارجية أكبر. ومنها تكون العضلة فى حالة شد (مثل الضغط ضد حائط) .

إن البحوث الحديثة تشير إلى أن التدريبات الأيزومترية تزيد القوة العضلية، ولكن فقط من خلال مدى صغير لدرجات من الزوايا المستخدمة فى



التدريب ، وعلى الرغم من ذلك ، فهناك حالات يكون فيها التمرين الأيزومترى مفيد. وعندما تكون هناك أشكال أخرى من تدريب المقاومة غير متيسرة، فإنه يمكن استخدام التدريب الايزومترى لزيادة حجم العضلة وقوتها (كانيهيزا، مياشيتا Kanehisa & Miyashita) ، وأن هذه القوة المكتسبة يمكن أن تستخدم فى تحسين أداء السباحة أثناء تدريبات المقاومة داخل الماء.

٣ـ الانقباض الأيزوكنتيكى

وهو ينمى أقصى شد بزوايا المفاصل لمدى حركة كاملة أثناء تقصير العضلة. وهذه الطريقة تسمى Accommodation Resistance Training أى "تدريب المقاومة اللينة" لأنها مخصصة لتعزيز التلائم بين المقاومة والقوة عند كل نقطة فى المدى الحركى. وتجمع طريقة التدريب الأيزوكنتيكى بين كل من طريقة تدريب المقاومة الثابتة والمقاومة المتغيرة ويفيد استخدام أدوات التدريب الايزوكنتيكية فى تنمية القوة والقدرة.

وقد تبادر إلى الذهن سؤال عن أياً من هذه الأنواع الثلاثة أفضل للاستخدام؟ أن هذا يعتمد على المجموعات العضلية الخاصة بالتدريب المستخدم والخاص بحركة معينة مطلوب أدائها. أن المجموعات العضلية المتدربة تنمو لديها القوة عند استخدام التطبيقات المباشرة المفيدة للحركة . ويعتقد كونسلمان Conclman أنه عند الشد خلال الماء فإن السباحين يقبضون عضلات الذراعين بالانقباض الايزوكنتيكى، بالإضافة إلى ذلك، فإن العديد من الباحثين أجروا دراسة مقارنة بين التدريب الايزوكنتيكى والايزوتونى، أظهرت نتائجها أن الفائدة الأكبر للأداء العضلى كانت مع التدريب الأيزوكنتيكى. ويمكن تفسير ذلك بأن عدد أكبر من الوحدات الحركية تشارك فى العمل البدنى أثناء تنمية استجابة

العضلة خلال المدى الكامل للحركة فى المفصل. لذا فإن التدريب الأيزوكنتيكى يكون فيه الحمل الزائد أكبر على العضلات المتدربة.

ويجب أن نعلم أن أى تكيف مع تدريب القوة يعتمد على الحمل الزائد المتدرج للمجموعات العضلية المشاركة فى الأداء. فاستخدام الأوزان الثقيلة يجعل العضلة تنقبض بشكل أقصى، مما يحث على احداث تكيفات ويؤدى ذلك إلى تنمية القوة، وإذا أديت بسرعة فإنها تنمى القدرة.

وتنقسم القوة العضلية إلى ثلاث أنواع هى:

١- القوة القصوى (العظمى) : ويحتاج السباح لجزء منها فى البدء والدورانات وفى المسافات القصيرة.

٢- القوة المميزة بالسرعة (القدرة العضلية) : ويحتاج السباح لها فى البدء حيث تتطلب سرعة عالية من الانقباضات .

٣- تحمل القوة : ويحتاج إليها السباح فى التدريب اليومى، وسباحة المسافات الطويلة والمتوسطة، وهى صفة مركبة من عنصرى القوة العضلية والتحمل العضلى .

وعلى ذلك فإنه يجب أن تكون برامج تدريب القوة والقدرة تخصصية بقدر الإمكان، وأنه لتنمية القدرة العضلية فإن التدريبات المستخدمة يجب ألا تكون تخصصية للمجموعات العضلية المستخدمة فقط، بل تخصصية بدرجة كبيرة فى شكل أداء الحركة وسرعتها، هذا بالإضافة إلى برامج تدريب القوة خارج الماء (داخل صالات تدريب الأثقال). والهدف من هذا النوع من التدريب هو اخضاع الألياف العضلية لأقصى ضغط، والتأكيد على السرعة مستخدماً الأشكال الخاصة للسباحة التخصصية.

ونظراً لأن المسافة وزمن الأداء هامان فى السباحة. فهذا يشير لأهمية القدرة العضلية وترتبط تنميتها بتكيفات الجهاز العصبى المرتبطة بالألياف العضلية الخاصة أثناء السباحة. وعلى ذلك يجب الاهتمام بمبدأ المقاومة المتدرجة مع إضافة الحركة الطبيعية لأن هذا ينمى القوة، القدرة.

وتشير إحدى المعتقدات الشائعة **Myths** التى تتعلق بتدريب المجموعات العمرية (الناشئين) أنهم لا يملكون القدرة **Incapable** على تنمية القوة العضلية حتى يصلوا لمرحلة البلوغ **Puberty**، وتشير تلك المعتقدات أن استخدام التدريبات التى تنمى القوة العضلية عند تلك المراحل العمرية الصغيرة يجب أن تؤجل إلى ما بعد سنوات زيادة حجم العضلات وقوتها، تلك الزيادة التى ترتبط **Accompany** بالنمو الطبيعى. كما أن بعض الدراسات العلمية قررت نتائجها حدوث تنمية للقوة بلغت نسبتها ١٠٠٪ عند استخدام تدريبات المقاومة (بليمبكى وآخرون **Blimpkie, et al** ١٩٨٨) وفى دراسات اخرى بلغت نسبتها ٤٠٠٪ (سوال، ميشيلى **Sewall & Micheli** ١٩٨٤) وذلك بالمقارنة بالمجموعة الضابطة.

ويشير ريك ستاكى (١٩٩٨) **Rick Stacky** أن المجموعات العمرية من السباحين من سن ٨–١٠ سنوات تتأسس برامجهم على التأكيد على الأداء الفنى الصحيح مع مراعاة أداء العمل الهوائى فى السباحة لتطوير أقصى قدرة لديهم.

وبالرغم من حقيقة أن القوة يمكن زيادتها، فإن الزيادة فى حجم العضلة تكون غير واضحة كثيراً فى السن الصغيرة مثل ما هى واضحة عند البالغين عند استخدام تدريبات المقاومة، وهذا الاحتمال منطقى لأن الأطفال يملكون مستويات أقل من هرمون التستستيرون البنائى، وعند البلوغ تصل الزيادة فى مستوى هذا الهرمون إلى عشرة أضعاف تقريباً، مما يعزز من قدرة العضلات على زيادة حجمها

عـند اسـتخدام تدريـبات المقاومة. وهذه الحقيقة لا تنطبق على الاناث، حيث أن لديهم مستويات أقل كثيراً من هرمون التستستيرون، ولا يمكن لهذه المقادير القليلة أن تـزيد مـن أنسـجة العضـلات إلى المستوى الـذى يـتحقق لـدى الذكور، ونظراً لارتـباط القوة بتضخم العضلة (زيادة حجمها) فلنا أن نتساءل كيف يمكن للأطفال تنمية القوة العضلية دون زيادة حجمها؟ أن الإجابة على هذا التساؤل، أنه ممكن ذلـك، لأن معظـم القوة التى تكتسبها العضلة ترجع إلى تجنيد **Recruiting** المزيد مـن الألـياف العضـلية بمعدلات أسرع. وهذا يظهر الحاجة إلى أن تكون تدريبات المقاومـة المسـتخدمة مـتماثلة مـع حـركات الأداء عند تدريب المجموعات العمرية الصغيرة، حتى يؤدى تنمية قوتهم إلى تحسن الأداء الحركى المماثل فى السباحة.

ويذكـر بولجاكوفـا، أوتكـس (١٩٨٧) **Bulgakova & Otheks** أن تطويـر القـوة داخـل المـاء مفـيد جداً لتحسين أداء السباحين لجميع المجموعات العمرية وخاصة الصغار.

أساليب تدريب تنمية القوة العضلية :

يسـتخدم التدريـب الأرضى **Dry land Training** لتنمية القوة، ويستخدم فـى ذلـك أشـكال التدريـب مـثل تدريب الأثقال **Training Weight**، التدريبات الأيزوكنتيكية، الأيزومترية والبلويومترية **Isokinetics,Isometrics &plyometrics** فتدريـب الأثقـال شـائع الاسـتخدام، ويسـتخدم فـيه الـ **Barbells**، الدمـبلز **Dumbbells**، أجهـزة الأثقال **Weight Machines** أو الأوزان الحرة **Free Weight Plates**. (مجلة علوم الرياضة) (٢٠٠٠)

وعن الأدوات المستخدمة لتنمية القوة للمجموعات العمرية، يذكر ماجلشو (١٩٩٣) أنها تشمل:

- بنش السباحة Swim benches.
- الترولى Trolley.
- الحبال المطاطة Stretch Cord.
- السباحة المقيدة أو الشبه مقيدة (داخل الماء) Tethered or Partially tethered.

ويضيف أن البرامج يجب أن تكون تخصصية، لأن البرامج الغير تخصصية فى تدريبات المقاومات تكون غير مناسبة لتنمية قدرة العضلات على إنتاج القوة. وعلى ذلك، فإن المدربون يجب ألا يهملواNeglect خصوصية البرامج، حيث يكون احتمال الفائدة الناتجة أكبر مع السباحين صغار السن (الناشئين).

ولزيادة قوة العضلات يشير تروب، ريز أنه يجب التدريب ثلاث مرات أسبوعياً لجميع السباحين، ويفضل التدريبات الايزوتونية، مثل الأثقال الحرة حتى تستطيع معظم الألياف العضلية العمل مع أقصى مقاومة، وهذا هام جداً لسباحى السرعة بصفة خاصة. مثل:

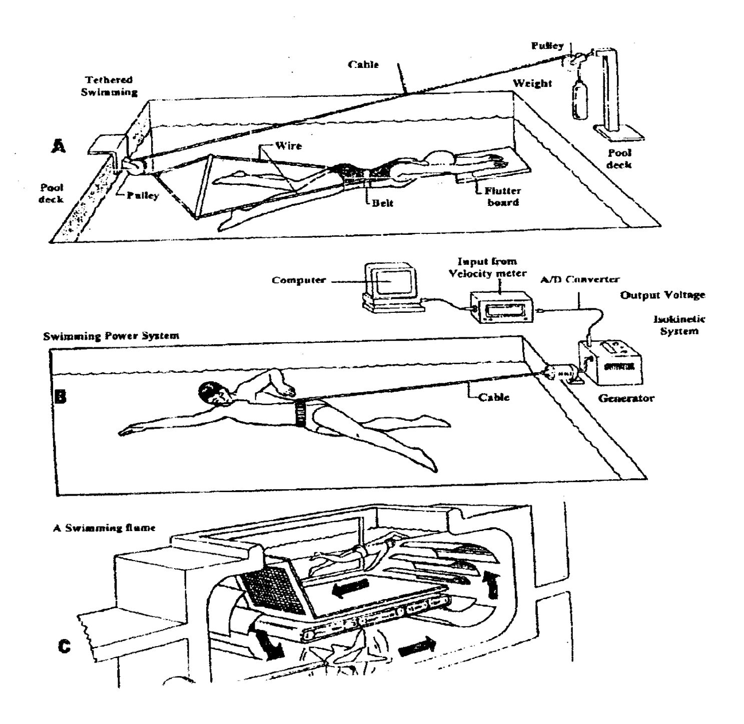
- مجموعتين، ١٥تكرار (مرة فى الأسبوع).
- ٣مجموعات، ٢٠ تكرار (مرتين فى الأسبوع)

أما سباحى المسافات المتوسطة فيستخدمون الأوزان المتوسطة فى صورة :

- ٥ مجموعات، ٣٠ تكرار، وفى الأسبوع الأخير يستخدم ١٥مجموعة، ٢٥ تكرار.

أما سباحى المسافة فيستخدمون أوزان خفيفة ويؤدون :

- ٥مجموعات، ٥٠ تكرار مرة أسبوعياً، ثم ٥ مجموعات، ٨٠ تكرار مرة أسبوعياً، وفى الأسبوع الأخير يستخدمون ١٠مجموعات، ٣٠ تكرار.



شكل (١٢)
السباحة المقيدة أو شبه المقيدة

ومن خلال هذه المجموعات التدريبية، يمكننا تنمية متطلبات كل مجموعة عمرية، فسباحى السرعة وجزء من سباحى المتوسطة يجب أن يعملوا على تنمية القوة، بينما سباحى المسافة وسباحى المسافات المتوسطة ينمون القوة والتحمل، ويجب أن يأخذ فى الاعتبار عند تدريب القوة أن تكون الشدة بالقوة القصوى للعضلات العاملة وذلك لتنمية تحمل القوة. ويفضل أن يكون زمن أداء كل مجموعة وعدد التكرارات متماثلة مع زمن السباحة الخاص لكل سباح، فمثلاً سباحى السرعة عادة ما يؤدون مجموعة واحدة فى حوالى (١٥ث)، وسباح المسافة المتوسطة فى حوالى (٣٠ث) وسباحى المسافة فى حوالى (٦٠ث) وتكون فترات الراحة من ٢٠-١٢٠ث اعتماداً على نوع ومسافة السباق.

وتعتبر القوة المميزة بالسرعة جزء هام فى السباحة، والعديد من البرامج تهتم بهذا المفهوم، وفيه يؤدى العمل البدنى بسرعة قريبة من سرعة السباق مع تشابه الحركات المؤداة بالميكانيكية المرتبطة بطريقة السباحة المستخدمة. وتستخدم هذه التوجيهات فى برامج القوة بهدف استخدام المجموعات العضلية الرئيسية لكل طريقة من طرق السباحة.

ويشمل العمل الخاص بتنمية القدرة استخدام احزمة السباحة Swim Belts وإضافة بعض المقاومات، والسباحة المقيدة داخل الماء وهذا يعتبر من النوع الأيزوكنتيكى ويجب أن يراعى أن سرعة معظم أداء هذا العمل قريبة من سرعة السباق.

كما أن استخدام بنش السباحة، الأوزان الحرة، الكفوف يفضل استخدامها فى تدريب السباحة مع مراعاة احتياجات كل مرحلة من الموسم التدريبى. وتشير الأبحاث أن التحرك خلال الماء يتطلب التوحيد بين تقليل المقاومة بأداء التكنيك الجيد وزيادة القدرة العضلية.

وقد يتبادر إلى الذهن سؤال عن الأثقال وهل يستطيع الأطفال رفعها ؟

إن هذه إحدى نقاط الخلاف **Controversial**، ففى الماضى كان معظم الخبراء ينصحون بعدم استخدام تدريبات الأوزان مع الأطفال، لأن هناك احتمال لحدوث اصابات فى العظام والتى لم يكتمل نموها بعد، وعلى الرغم من ذلك، فإن التقارير الحديثة الناتجة عن الدراسات تشير إلى أن حدوث الإصابات عند الأطفال لم تكن نسبتها أكبر بالمقارنة بالأفراد البالغين عند استخدام تدريبات الأثقال، وأثبتت أن هذه الإصابات معظمها غير هام ولا ترتبط بمرحلة النمو عند المراهقين (بينتون **Benton**، باردى، كهيل، بوندر **Bardy , Cahill & Bonder**، جومبز **Gumbs**، ريان، سالسيكول **Ryan & Salcicciol**) أو بمرحلة ما قبل المراهقة (سوال، ميشيلى، ويلتمان وآخرون **Weltman, et al**).

ويشير ميشيلى **Meschely** ١٩٨٨ أنه من الملاحظ فى هذه المرحلة، أن الأفراد ما قبل الراهقة، لديهم قدرة أكبر على مقاومة الاصابات المرتبطة بالنمو بالمقارنة بالمراهقة لأن طبيعة نمو هذه المرحلة انها تكون أقوى وأكثر مقاومة للضغوط قبل البلوغ.

وعلى ذلك يظهر لنا أن الأطفال يمكنهم المشاركة فى برامج تدريب الأوزان واكتساب الأطفال القوة، من خلالها. أما عن احتمال الإصابة **Potential** للعظام فإن نسبتها منخفضة لدى كلاً من الأطفال والمراهقين وتتماثل مع البالغين الذين يشاركون فى برامج تدريب الأوزان، كما أن هذه الإصابات معظمها حدث نتيجة سقوط الأثقال، أو رفع أثقال غير ملائمة **Improperly**، وكذلك محاولة الأفراد رفع أوزان ثقيلة جداً لعدد قليل من التكرارات.

ويوصى ماجلشو (١٩٩٣) بأن الناشئين الصغار يجب أن يتدربوا على أجهزة الأوزان والأدوات الأيزوكنتيكية، ويجب أن تشمل برامج الناشئين الأحمال

القصوى ذات المقاومات الشديدة التى تؤدى بأعداد قليلة من التكرارات، ويجب على سباحى المجموعات العمرية أن يستخدموا اسلوب التقدم التدريجى فى استخدام الأثقال. ويفضل أن تكون التكرارات من (٨-١٢ تكرار) قبل محاولة إضافة أوزان إضافية . ويفضل أن يكون عدد المجموعات من (١-٣) ويجب أن تتماثل مع ما يوصى به للبالغين فى برامج تدريب المقاومات.

إن برامج تدريب المقاومة للمجموعات العمرية يجب أن تشمل المجموعات العضلية الرئيسية بالجسم، مع التأكيد على التدريبات التى لها أهمية كبيرة فى سرعة السباحة، ويجب على المدربون أن يتذكروا أيضاً أن تشمل البرامج على تدريبات مطابقة لحركات السباحة داخل الماء.

وأخيراً يذكر ماجلشو (١٩٩٣) أن رفع الأوزان فوق الرأس تمثل ضغوط شديدة على الرقبة من الخلف، ومثل ذلك يجب إلغاءه **Ovoid** لأن ذلك يزيد من مخاطر إصابة الكتف، أما عن اصابات الظهر فإنها تماثل نسبتها إصابة السمانة والفخذين لأن هذه التدريبات تتطلب كميات كبيرة من المقاومة . وعلى ذلك، فإن سباحى المجموعات العمرية يجب أن تؤدوا هذه التدريبات من وضع الجلوس لتقلل **Lessen** من احتمال الخطر .

كما يشير كريستوفر (١٩٩٥) أن عدد التكرارات المنخفضة من (٤-١٠) تستخدم لتنمية القوة، بينما التكرارات من (١٥-٢٥) تستخدم فى تنمية التحمل، وان فترة الاستشفاء تكون بين (٣٠-٦٠ث) بين المجموعات فى حالة التدريب بمقاومات مستوى أقل من الأقصى، بينما فى حالة العمل بالحد الأقصى فإن فترة الاستشفاء بين المجموعات يجب أن تزيد، ويضيف أن تدريب الأوزان يغلب عليه النشاط اللاهوائى، لذا فإنه يستهلك بسرعة مخزون الجسم من

الطاقـة ، ويوصـى بـأن تكـون فـترة تدريـب المقاومـات بـين (٣-٦٠دقيقة) ويبدأ التدريب بالعضلات الكبيرة أولاً ثم العضلات الصغيرة .

وعـن مفهوم تدريب المقاومة المتدرجة **Progressive resistance training** يذكـر كريسـتوفر **Christopher** ١٩٩٥ أن ديتورم، وتكنيز **Detorme & Watkins** قد طوراه بعد الحرب العالمية الثانية ليتمثل فى الطريقتين التاليتين :

الطريقة الأولى :

تتطلب أن يحدد الفرد الوزن الأقصى الذى يستطيع أن يرفعه لعشر مرات (**10_{RM}**) وهـذا يتحدد وفقاً للمحاولة والخطأ **Thrial& rror** وعندئذ يتشكل برنامج التدريب من ٣مجموعات، (١٠ تكرارات) فى حدود النسب التالية :

- المجموعة الأولى : (١٠تكرارات) بشدة ٥٠٪ من مقدار الـ١٠ تكرارات القصوى.
- المجموعـة الثانـية : (١٠ تكـرارات) بشـدة ٧٥٪ مـن مقـدار الــ١٠ تكـرارات القصوى.
- المجموعـة الثالـثة : (١٠ تكـرارات) بشـدة ١٠٠٪ مـن مقدار الـ١٠ تكرارات القصوى .

ويجـب أن يكـون هـناك راحة بعد كل مجموعة حتى يعود معدل التنفس إلى الحالـة الطبيعـية ،كما يجب أن يشمل البرنامج على الإحماء الجيد قبل محاولة أداء رفع المقاومة ١٠٠٪ الأقصى حتى لا تحدث إصابات .

الطريقة الثانية :

التدريـب الهـرمى **Pyramid training** فـى حالة هذا النوع من التدريب لتنمـية القـوة العضـلية ، فـإن مقدار الوزن يجب أن يرفع لمرة واحدة بدرجة قصوى (**1RM**) .ويكون تدريب المقاومة المتدرجة هنا كما يلى :

- المجموعة الأولى : ١٢ تكرار عند مستوى ٥٠٪ من أقصى وزن محدد لمرة واحدة.
- المجموعة الثانية : ٨ تكرار عند مستوى ٦٥٪ من أقصى وزن محدد لمرة واحدة.
- المجموعة الثالثة : ٦ تكرار عند مستوى ٧٥٪ من أقصى وزن محدد لمرة واحدة.

وينصح كريستوفر ١٩٩٥ باستخدام الانقباض مع الإطالة (الغير متحد المركز **Eccentric** للعضلات أثناء تدريبات المقاومة، لأن القوة الناتجة تكون أكثر من الناتجة عن استخدام الانقباض الأيزمترى أو الانقباض بالتقصير (التجمعى المتحد المركز) **Concentric**، وهذا تكون فيه معظم الفعالية فى بناء القوة العضلية، هذا بالإضافة إلى أن هذا النوع من الانقباض يكون الأساس للتدريب البليومترى **Plyometrics**. ويضيف أنه من الأفضل أن تدمج الأنواع الثلاثة من الانقباض على مدار الموسم التدريبى عند وضع البرامج التدريبية لتنمية القوة .

ويضيف لارز بولسون **Lars Poulsson** مدرب الفريق الأوليمبى السويدى أنه من الخطأ أن يستخدم المدربون التدريبات لتنمية القوة بمقاومات خفيفة مع تكرارات كثيرة لأن هذا يعنى تنمية التحمل وليس القوة، ويقدم للسباحين النصائح التالية لتنمية القوة :

١- يفضل أن تبدأ التدريب بالعضلات الكبيرة؛ بحيث تصل بها إلى التعب قبل أن تنتقل إلى تدريب العضلات الصغيرة .

٢- يفضل أن تكون التكرارات بين ٨-١٢ فى المجموعة الواحدة

٣- يجب أن يكون خفض الثقل بدرجة أبطئ من رفعة، وعليه يجب تحديد مقدار الثقل الذى يستخدمه السباح وفقاً للأداء بالانقباض بالإطالة وليس بالتقصير .

٤- يجب أن يستغرق زمن خفض الثقل زمناً يعادل ضعف زمن رفعة . فمثلاً إذا كان زمن رفع الثقل (٢ث) فإنه يجب أن ينخفض الثقل فى زمن مقداره (٤ث) .

وعن توقيت تدريبات القوة للسباحين ، يذكر لارز بولسون أنه يؤيد تطبيق التدريبات لتنمية القوة العضلية بعد تدريب السباحة ، لأنه من الملاحظ أنه إذا أديت تلك التدريبات بحجم كبير وشدة عالية قبل تدريب السباحة ، فلن يستطيع السباح أداء السباحة داخل الماء بالصورة المطلوبة وبالشكل الجيد ، ولكن إذا كانت هناك راحة تصل إلى ساعتين قبل تدريبات السباحة داخل الماء . فقد يكون ذلك مناسباً مثل أن تعطى تدريبات القوة فى منتصف اليوم .

اما السن المناسب لبدء تدريبات القوة للسباحين ، فيذكر لارز أن هذا يرجع إلى الفروق الفردية بين السباحين . فكل سباح يختلف عن الآخر ، وعلى ذلك فهو ينصح بالبدء مع الاولاد فى سن (١٤سنه) والبنات (١٣ سنه) باستخدام تدريبات القوة الشديدة والثقيلة لآن البدء قبل هذا السن قد لا يعطى نتائج جيدة . أما المناسب للسن الأقل من ذلك هو أن يؤدى السباحين التدريب على نفس المحطات ونفس التدريبات ولكن بأوزان خفيفة مع استخدام البطء فى الأداء .

ويضيف مارك شيبرت **Mark Shpert** أن تكيف السباحين الناشئين مع تدريبات القوة أقل من البالغين نظراً لصغر حجم عضلاتهم وعدم نضج الجهاز العصبى ، وينصح بعدم إخضاع الأفراد لتدريب السباحة قبل بلوغ سن ١٢سنه ، بحيث يشمل التدريب جميع السباحات ثم بعد العام ١٣ سنة يوجه للتخصص فى إحداها .

ويذكر ايدى ريز Eddie Reese مدرب السباحة بجامعة تكساس ومدرب منتخب أمريكا عام ١٩٨١ أن تدريبات الأوزان للسباحين يجب أن تكون كما يلى:

أ- أوزان خفيفة مع تكرارات سريعة .

ب- أوزان خفيفة مع تكرارات بطيئة

جـ- أوزان ثقيلة باستخدام الأحمال الزائدة باستخدام الانقباض بالإطالة .

د- الزيادة الجزئية التدريجية فى الأوزان .

ويضيف أن الأوزان الثقيلة غير مناسبة لسباحى المسافة وأن زيادة حجم العضلات ليست فى صالح السباح .

(٤) المرونة وأساليب تنميتها:

إن القدرة على تحريك المفاصل خلال المدى الكامل للحركة تعتبر من الأهمية بمكان فى العديد من الرياضات، حيث أن فقد المرونة يؤدى إلى نقص الفعالية الحركية، وقد تؤدى إلى زيادة فرصة الإصابة فى بعض الرياضات. وتعنى المرونة فى مفهومها العام "أداء الحركات إلى أقصى مدى لها" كما تعنى فى مفهومها الدقيق القدرة على تحريك المفصل أو مجموعة المفاصل المشتركة فى الحركة إلى حدودها التشريحية ويجب أن نعى أن المرونة ترتبط بالمفاصل، بينما المطاطية Elasticity فترتبط بالعضلات.

وقد لوحظ أن الدرجة العالية من المرونة فى كل المفاصل قد لا تكون مرغوبة فى كل الرياضات، فالمرونة الزائدة فى الرياضات التى بها احتكاك غالباً ما تؤدى إلى سهولة التعرض للإصابة. وعلى الرغم من ذلك فإنها تشكل مع باقى المكونات البدنية الأخرى الركائز الأساسية التى يتأسس عليها اكتساب وإتقان الأداء الحركى. ويؤثر فى درجة المرونة العديد من العوامل، يلخصها عصام عبد الخالق (١٩٩٤) فيما يلى:

١– درجة الحرارة.

٢– السن والعمر التدريبى.

٣– الجنس.

٤– التدليك.

٥– نوع النشاط الرياضى الممارس.

٦– نوع المفصل وتركيبة.

٧– درجة التوافق بين العضلات المشتركة.

٨– الحالة النفسية للاعب.

ويضيف أن تنمية المرونة فى سن الطفولة أسرع وأسهل منها فى حالة الشباب، ويرى رون كارنامج **Ron Karnamgh** (١٩٩٨) أن المرونة يمكن تنميتها فى أى سن، ومع ذلك فإن معدل التنمية ليست هى نفسها عند كل الأعمار للرياضيين. وعموماً، فعند الأطفال الصغار إلى حدٍ ما تكون تنميتها سريعة والمرونة تقل حتى قبل البلوغ، ثم تزيد خلال المراهقة. وعند البالغين فإنها تتجه إلى النقص إلى ما كانت عليه قبل أن تبدأ فى النقص. ويتفق أسامه راتب (١٩٩٤) مع ذلك حيث يشير نقلاً عن كلارك **Clark** أن نتائج استقراء العديد من الدراسات عن نمو المرونة الحركية تحقق نمو فى أغلب المفاصل فى مداها الحركى خلال الفترة العمرية من ٦–٩ سنوات، ثم يحدث توقف هذا النمو عند سن ١٠ سنوات بالنسبة للأولاد، ١٢ سنه بالنسبة للبنات.

ويضيف رون كارنامج (١٩٩٨) أن المرونة عند السن الكبير تنقص بشكل دال، وعلى الرغم من ذلك فإن الأبحاث تشير إلى أن النقص يكون عند أدنى

معدل له إذا حافظنا على نشاطنا وعلى تدريبات المرونة يومياً. ومن المهم المحافظة ثم الارتقاء بأعلى درجات المرونة وخاصة أثناء تدريبات القوة والقدرة .

ولتنمية المرونة يرى محمد عاطف الأبحر، محمد سعد عبد الله مراعاة ما يلى:

١- الاهتمام بتمرينات الإحماء .

٢- وصول الأداء فى كل تمرين إلى أقصى مدى يمكن طبقاً لطبيعة المفصل.

٣- التدرج فى زيادة مدى الحركة للمفصل ومراعاة عدم الضغط المفاجئ.

٤- التوقف عن الأداء للتمرين فى حالة الإحساس بالألم.

٥- مراعاة التوازن بين تمرينات القوة والمرونة تبعاً لنوع النشاط الممارس والفترة التدريبية.

٦- مراعاة عامل التنوع والتغير سواء فى شكل التمرينات الخاصة أو المفاصل العاملة.

ويضيف محمد حسن علاوى (١٩٩٤) ما يلى:

١- يحسن تكرار كل تمرين لعدد كاف من المرات.

٢-مراعاة - بقدر الامكان - أن تتخذ تمرينات المرونة الخاصة الطابع والشكل المميز للمهارات الحركية الأساسية لنوع النشاط الرياضى التخصصى.

٣- مراعاة تناسبها مع درجة المستوى الذى وصل إليه الفرد.

ويشير ماجلشو (١٩٩٣) أن العلاقة بين المرونة والنجاح فى السباحة لم يحصل على الاهتمام الكافى من الدراسة على الرغم من أنها تلعب دوراً هام جداً فى ذلك، والأسباب التى توضح لماذا أن زيادة مدى الحركة فى مفصل معين يساهم فى تحسين زمن السرعة وهى:

١- إنها تعطى قوة دفعة للأداء لفترة زمنية أطول.

٢- إنها تسهل الحركات الرجوعية للذراع والضربات للرجلين.

٣- انها تقلل Diminish الطاقة المفقودة، وتزيد من سرعة السباحة عن طريق تقليل المقاومة داخل العضلة للحركة.

ولتنمية المرونة، يشير محمد على القط (٢٠٠٠) أن هناك أسلوبين يستخدما فى تنمية المرونة هما:

أ- أداء تدريبات الإطالة الاستاتيكية (الثبات المستمر فى وضع الإطالة).

ب- الإطالة الديناميكية.

وتعتبر الإطالة الاستاتيكية أفضل من الديناميكية للأسباب التالية:--

١- فرصة الإصابة أقل .

٢- تسبب الإطالة الاستاتيكية نشاطاً أقل فى استطالة العضلة عند مقارنتها بالإطالة الديناميكية .

٣- فرصة الألم العضلى أقل.

وقد أظهرت الدراسات والبحوث أن أداء تمرينات الإطالة الاستاتيكية لمدة (٣٠ دقيقة) مرتين اسبوعياً سوف يحسن من مستوى المرونة خلال خمسة أسابيع. وتوصى احدى الدراسات أن تكون فترة الثبات فى وضع الإطالة (١٠ ثوانى) فى بداية برنامج تدريبات المرونة مع زيادتها تدريجياً حتى تصل إلى (٦٠ ثانية) فى نهاية برنامج التدريبات، على أن تكون الفترات التدريبية من ٣-٥ مرات مع الزيادة التدريجية فى عدد التكرارات حتى تصل إلى (١٠ تكرارات) .

ويشير بروكس، فاى (١٩٨٧)Broks & Fay ، ويلمور، كوستيل (١٩٨٨) Wilmore & Costill - نقلاً عن بورز، هولى (١٩٩٤) أن أداء الإطالة الاستاتيكية

مـع الانقبـاض الأيـزومترى للمجموعات العضلية المراد إطالتها يكون له تأثير كبير على تحسن الإطالة وتعزيز تنمية المرونة.

ويشـير ماجلشـو (١٩٩٣) أن المـرونة يمكـن أن تـزيد بسـرعة ولكن يمكن فقدهـا بسـرعة أيضـاً . فالإطالـة للقليل من الدقائق يمكن أن تزيد من مدى حركة المفاصل من ٥-١٠ درجات أو أكثر، ومع ذلك، فإن هذا التغير غير مستمر، معظم الزيادة سوف تفقد فى اليوم الثانى. فالتغير يحتاج لعدة أسابيع، وللمحافظة على هذا التغير فلابد من تحريك المفصل فى مدى حركته الجديد للعديد من المرات كل يـوم. ويضـيف أنـه يجـب هـنا تطبـيق مـبدأى التدريـب بالحمل الزائد والمقاومة المتدرجة وذلك بدون حدوث ألم، ويوصى بالآتى:

- الدوام والاستمرارية **Frequency & Duration** يومياً لمدة ١٠-٢٠ دقيقة.
- المجموعات والتكرارات **Sets & Repetitions** .
- المجموعات من ٣-٦، التكرارات من ١٠-١٥ .
- استمرارية الثبات فى وضع الإطالة والانقباض مع الإطالة من ٦-٦٠ ثانية.

وهـنا يشير هورتوباجى وزملائه (١٩٨٥) **Hortobagyi & Colleagues** - نقـلاً عـن ماجلشـو (١٩٩٣) - أن هناك تحسن دال فى المرونة بعد ٧ أسابيع من التدريب لمدة ٣مرات أسبوعياً، مع التكرار مرتين للثبات لمدة (١٠ ثوانى) فى كل مرة.

- فـترة الموسم وتدريب المرونة **Time of the season & Flexibilily T.** أفضلها هـى فـترات الإعـداد والـتحمل العـام، حـتى يسـتطيع السـباحون دمـج **Incorporate** الـزيادة فـى المـدى الحـركى فـى السـباحات المختلفة والبدء والدوران.
- المرونة الاستاتيكية مقابل الديناميكية **Static versus Dynamic Flexibility**

إن اختيار طريقة الإطالة في برامج السباحين تتوقف على نوع المرونة التي يحتاجون لها وكان من المعتقدات الشائعة أن أى شخص لديه مستوى جيد من المرونة الاستاتيكية سوف يكون أيضاً جيداً في المرونة الديناميكية . وهذا الاعتقاد خاطئ، فإنه من المحتمل أن تمرينات المرونة الديناميكية تكون أفضل للمفاصل التي تتحرك بسهولة خلال المدى الحركي لها، وأن المرونة الاستاتيكية تكون أفضل للمفاصل التي تتطلب مدى حركي واسع. ووفقاً لذلك، فإن تمرينات المرونة الديناميكية البطيئة تكون أفضل لمفاصل الكتف، الظهر السفلي، الركبة، الفخذ، بينما الإطالة الاستاتيكية تستخدم لمفصلي القدم Ankles .

قياس المرونة .

يفيد قياس مستوى المرونة عند السباحين في التعرف على مدى تقدمهم .

ويقدم ماجلشو (١٩٩٣) بعض هذه الاختبارات كما يلي:-

١- قياس مرونة الكتف — Shoulder Flexion

٢- قياس إطالة الكتف — Shoulder extension

٣- قياس مرونة الظهر السفلي — Back hyperextension

٤- قياس إطالة مفصلي القدم "مرونة أمامية" — Ankle extension

٥- قياس مرونة مفصلي القدم "مرونة خلفية" — Ankle Flexion

ويضيف أن أفضل درجة يسجلها السباح في اختبار قياس المرونة الأمامية للقدم هى ٧٠ْ فأكثر والمدى المقبول حتى ٦٠ْ، وأقل من ذلك يعتبر ضعيف . أما المرونة الخلفية للقدم فأفضل درجة هى ٢٠ْ فأكثر والمدى المسموح به ما بين ١٢-١٥ْ أما الدرجات الأقل من ٩ْ فهى مرونة ضعيفة .وعلى ذلك يجب على سباح الصدر أن يجتهد ليحقق درجات أعلى من ٢٤ْ في مرونة مفصل القدم

الخلفية أما باقى سباحى الطرق الأخرى فيحاولوا تحقيق درجات أكبر من ٧٥ْ فى مرونة مفصلى القدم الأمامية.

(٥) التكوين الجسمى: Body Composition .

لكل نشاط رياضى متطلبات جسمانية خاصة يلزم توافرها فيمن يستهدف تحقيق الانجاز والبطولة، ولتحقيق الإنجاز والتفوق الرياضى المنشود هناك عوامل حاسمة تتمثل فى الحجم **Size**، والشكل **Shepe**، والبناء **Build**، والتكوين **Composition** أى أن الفرد الرياضى محدد بما ورثه من أبويه .

(أبو العلا، صبحي حسانين ١٩٩٧)

ويضيفا أن التكوين الجسمى **Body Composition** هو مصطلح علمي يشير إلى نسب وجود الأجزاء الدهنية واللادهنية فى الجسم، وهذا يضيف بعداً جديداً لفهم الرياضى لنفسه، حيث أن القياس الدقيق لتكوين الجسم يعطى معلومات ذات قيمة عالية فى شأن تحديد الوزن المثالى الذى يستطيع اللاعب عنده أن يصل إلى ما يسمى بالفورمه الرياضية، وهذا أمر ضرورى فيما يتعلق بعملية التكيف مع التدريب .

ويشير ويلمور، كوستيل **Wilmore & Costill** (١٩٩٤) أن التكوين الجسمى هو التكوين الثنائى، حيث يتضمن كتلة الدهن **Fat mass**، وكتلة الجسم بدون دهن **Fat Free mass** أو ما يسمى بالكتلة الخالية من الدهن **Lean Body mass (LBM)**، أى أنسجة الجسم الأخرى وهى العظام والعضلات والأنسجة الرابطة.

ويرى كريستوفر **Chrislopher** (١٩٩٥) أن تكون الجسم يحتوى على مجموع وزن الأنسجة المختلفة شاملة العظام والعضلات والدهون والسوائل والأنواع

المختلفة من الأنسجة الضامه، ويذكر أن هناك تقسيم آخر أكثر ملائمة للواقع التطبيقى وهو دهون الجسم وحجم الجسم بدون دهن أو الأنسجة التى تتبقى بعد استبعاد الدهون.

ولا تقل درجة أهمية التكوين الجسمى عن باقى مكونات اللياقة البدنية، سواء من أجل الصحة أو من أجل اللياقة البدنية، حيث أن طريقة أنماط الأجسام التى تعتمد على قوائم الطول والوزن لا تعطى بيانات حقيقية عن طبيعة الأجسام من حيث السمنة والنحافة والعضلية بصورة موضوعية يمكن تحديدها وتقويمها، ولكن من خلال تحديد تكوين الجسم وتقدير نسبة مكوناته بعضها إلى بعض، يمكن الحصول على البيانات الحقيقية المعبرة عن الحالة البدنية والصحية، وتتضح مدى أهمية التكوين الجسمى من خلال:

١- تكوين الجسم والحالة الصحية .

فزيادة السمنة أو النحافة تعنى مزيد من المشاكل الصحية للفرد والانخفاض فى مستوى اللياقة البدنية.

٢- تكوين الجسم وعلاقته بالأداء الرياضى:

تختلف طبيعة الأجسام ونسب الدهن والعضلات تبعاً لنوعية النشاط الرياضى التخصصى، فقد تتطلب بعض الأنشطة زيادة كتلة الجسم مثل رياضات المصارعة للأوزان الثقيلة ورمى القرص والإطاحة بالمطرقة ودفع الجله، بينما البعض الآخر يتطلب الزيادة الواضحة فى النسيج العضلى كرفع الأثقال، كما تقل نسبة الدهن بدرجة واضحة فى بعض الأنشطة مثل جرى المسافات الطويلة، وتشير الدلائل أن الزيادة فى نسبة الدهن تتناسب عكسياً مع كفاءة الأداء .

٣ـ تكوين الجسم والوقاية من الإصابات .

إن زيادة السمنة تعنى صعوبة فى الحركة وفقداً لصفة الرشاقة والمرونة لصعوبة تحريك أطراف الجسم على المدى الكامل للمفاصل، كما يتعرض أصحاب النحافة الشديدة للإصابات نتيجة النقص الشديد فى نسبة الدهن بأجسامهم.

٤ـ تكوين الجسم وعملية النمو .

يظهر استعداد الفرد للسمنة خلال مراحل نموه الأولى حتى عمر ١٦ سنه، مما يتطلب الحفاظ على جسم الطفل خلال تلك المرحلة لوقايته من السمنة فى السنوات التالية من العمر . (أبو العلا، أحمد نصر الدين ١٩٩٤)

مكونات تكوين الجسم :

يتبنى معظم العلماء حالياً تكوين الجسم وفقاً للتقسيم الثنائى على أساس أنه يحتوى على مكونين أساسيين هما :

١ -- كتلة الدهن **Fat Mass**.

٢ -- الكتلة الخالية من الدهن **Lean Body Mass & Fat Free mass** ويرمز بها بـ **LBM** .

حيث يفهم من تعبير كتلة الدهن القيمة النسبية للدهن فى الجسم، أما الكتلة الخالية فهى مجموع أنسجة الجسم الخالية من الدهن شاملة (العضلات، العظام، الجلد، أعضاء الجسم الداخلية وغيرها) .

١ـ كتلة الدهن :

وهى النسيج الدهنى للجسم. وتختلف نسبتها وفقاً للسن والجنس ومدى الحركة والنشاط، وتنقسم إلى نوعين أساسين هما :-

أ ـ الدهن الأساسى : Essential Fat

يشير أبو العلا أحمد، صبحى حسانين (١٩٩٧) أنها تخزن تحت الجلد وحول أجهزة الجسم مثل القلب والكليتين والأمعاء الدقيقة والغليظة، وهى تستخدم كمصدر للطاقة وهذا النوع من الدهون المستهدف فى برنامج التدريب الرياضى. وتشير الدراسات أنها تبلغ عند الرجال من ١٥–٢٠٪ وعند الاناث من ٢٢–٢٨٪ لغير الرياضيين. أما عند السباحين الرجال الأوليمبيين فتصل إلى ٩–١٢٪ (لامب ١٩٨٤)؛ أو من ٥–٨,٥ وفقاً لرأى (ميرل، ستيفن Merle & Steven ١٩٩٨).

ب ـ الدهن المخزون :

يشير أبو العلا أحمد، أحمد نصر الدين (١٩٩٣) أنها الدهون الموجودة فى نخاع العظام والأنسجة العصبية وأعضاء الجسم المختلفة، وهى تزداد لدى المرأة عنها لدى الرجال.

٢ـ الكتلة الخالية من الدهن :

وهى تشمل العظام والأنسجة العضلية والأربطة والأحشاء وغيرها من كافة أنسجة الجسم فيما عدا الأنسجة الدهنية. وتشكل الكتلة العضلية حوالى ٤٠–٥٠٪ من وزن الجسم بدون الدهن.

ووضع ماجلشو (١٩٨٣) أساليب لقياس سمك ثنايا الجلد خاصة بالسباحين، وتختلف تلك المناطق وفق المرحلة السنية للسباحين والجنس، من منطلق تخصصية القياس وفقاً لنوع النشاط وهى كما يلى:

أ– بالنسبة للناشئين: فقد حددت منطقة واحدة كما يلى :

- إناث من ٩-١٢ سنة (منطقة خلف اللوح Subscapular)
- إناث من ١٣-١٦ سنة (منطقة خلف اللوح Subscapular)
- ذكور من ٩-١٢ سنة (منطقة خلف اللوح Subscapular)
- ذكور من ١٣-١٦ سنه (منطقة العضلة ذات الثلاث رؤوس العضدية Triceps)

ب- بالنسبة للبالغين من ١٨ - ٢٢سنة :

- إناث: منطقة الجانب فوق الحق الحرقفي + العضلة ذات الثلاث رؤوس الفخذية **Iliac & Thigh** .
- ذكور: منطقة الصدر **chest**، خلف اللوح **Subscapular**، العضلة ذات الثلاث رؤوس الفخذية **Thigh** .

وعن طريق الكشف في جداول خاصة تحدد نسبة الدهن (٪)، ومن خلال الوزن الكلي لجسم السباح تطبق الخطوات التالية والتي حددها ماجلشو (١٩٨٢):

١- وزن الدهن = وزن الجسم × النسبة المئوية لدهن الجسم.

٢- وزن الجسم بدون دهن (LBW) = وزن الجسم - وزن الدهن.

٣- وزن الدهن المقبول = وزن الجسم بدون دهن × أفضل نسبة دهن (٪)

٤- وزن الجسم المثالي = وزن الجسم بدون دهن × وزن الدهن المقبول.

طرق قياس تكون الجسم .

أولاً : الطرق المعملية .

نود أن نشير هنا أن طرق قياس التكوين الجسمي تعددت وتنوعت، فكان من الشائع استخدام جداول الطول والوزن للحصول على حجم الجسم وبالتالي تحدد الوزن الزائد في الجسم، ونذكر الطرق التالية :

١ـ طريقة دليل حجم الجسم BMI وتستخدم المعادلة التالية :

$$BM_I = Wt\ (kg) - ht\ (M_2)$$

حيث BMI دليل الجسم.

، Wt وزن الجسم.

، ht طول الجسم.

٢ـ طريقة التحليل الكيموحيوى ومنها :

أـ طريقة قياس محتوى البوتاسيوم فى الجسم (طريقة عداد الجسم الكلى) (K_{40})

وهى تقيس كمية اشعاع أشعة جاما الصادرة من الجسم والتى مصدرها البوتاسيوم (K_{40}) والموجود طبيعياً فى الجسم (أبو العلا، صبحى حسانين ١٩٩٧) وهو يوجد فى الأجزاء غير الشحمية فى الجسم (العضلات بشكل أساسى) ومن ثم يمكن حساب وزن هذه الأجزاء غير الشحمية باستخدام المعادلة التالية مع الأخذ فى الاعتبار أن كليلو جرام من هذه الأجزاء يحتوى على ٢,٦٦جرام من البوتاسيوم ٤٠ .

وزن الأجزاء غير الشخصية =

محتوى الجسم من البوتاسيوم ٤٠ ÷ ٢,٦٦جرام، كيلو جرام من وزن الأجزاء غير الشحمية.

ب ـ طريقة الموجات فوق الصوتية Ultrasonic Waves method

فالعضلات والعظام والدهون لها كثافات مختلفة، فعن طريق ارتداء هذه الموجات عالية التردد من هذه الأنسجة يمكن التمييز بينها، وعن طريق جهاز خاص تحول إلى نبض كهربى . وتستخدم هذه الطريقة لقياس كثافة الدهن تحت الجلد. كما ظهر حديثاً أجهزة تحدد الدهون فى الجسم كله.

جـ- طريقة التحليل بأشعة اكس Radiographic analysis by X-ray method

تستخدم لتحديد حجم الدهن والعضلات والعظام بالجسم، وبجمعها معاً تعطى تقديراً كلياً لتكوين الجسم، ويشير هنا أبو العلا أحمد، محمد صبحي حسانين (١٩٩٧) أنه نظراً لأن درجة نمو مناطق الجسم المختلفة ليست متشابهة، فإنه يوجد احتمال أن يكون التقدير الكلى لتكوين الجسم غير دقيق نسبياً بهذه الطريقة.

د- طريقة المقاومة الكهربائية الحيوية Bioelectric impedance method

يشير أبو العلا أحمد، محمد صبحي حسانين (١٩٩٧) أن هذه الطريقة تتم بوضع أقطاب على الجسم اثنان على مفصل القدم واثنان على مفصل اليد وظهره، ثم يمرر التيار الكهربى بين الأقطاب. فهذا التوزيع الكهربى يعتمد على توزيع الماء والأملاح فى أنسجة الجسم. وتحتوى كتلة الجسم الخالية من الدهن على معظم الماء والأملاح، لذا فإن كمية التيار السارى خلال الأنسجة تعبر عن الكمية النسبية لمحتوى الدهن فى هذه الأنسجة.

هـ- طريقة الرنين المغناطيسى النووى Nuclear Magnetic Resonance (NMR)

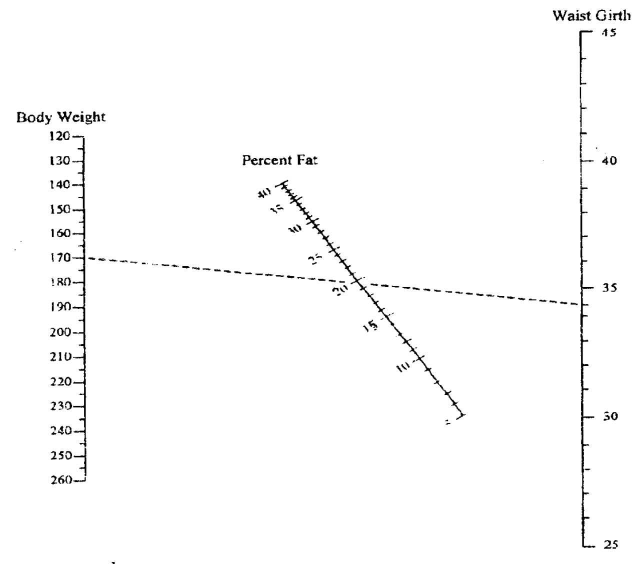
يشير بورز، هولى ١٩٩٤ أن هذه الطريقة تستقبل الموجات الكهرومغناطيسية Electromagnetic خلال الأنسجة. وتمرر الطاقة ذات التردد الخاص (الرنين). ويتميز التردد الرنينى بأنه يرتبط بنوع النسيج. وعن طريق التحليل بالكمبيوتر يمكن الحصول على صور مفصله، وعلى كمية الأنسجة.

ثانياً : طرق القياس الميدانية Field Assessment Methods

هناك العديد من الأساليب استنبطت لقياس مكونات تكوين الجسم، وكان ذلك فى اطار علم الأنثروبومترى Anthropometry، وكان من ضمنها قياس سمك

ثنايا الجلد وأمكن استنباط معادلات للتنبؤ بكثافة الجسم **Body density** ويتم ذلك عن طريق :

- نسبة الدهن المطلق والنسبى **Absolute & Relative body fat**
- وزن الجسم الخالى من الدهن **Lean body weight**
- الوزن المثالى **Ideal Weight**



نقلاً عن ماجلشو (١٩٨٢)

شكل (١٣)
نوموجرام تحديد نسبة الدهن للسباحين

وبصفة خاصة فإن القياس الميدانى يعتمد على بعض الطرق المعملية مثل طريقة الوزن تحت الماء: قياسات سمك طبقات الدهن تحت الجلد Meas arements skin fold واستخدم العلماء بعض المعادلات التنبؤية مثل كثافة الجسم Body density، كما تمكن العلماء من تصميم نوموجرام Nomogram لاستخراج العلاقة بين كثافة الجسم والنسبة المئوية لدهن الجسم. (أبو العلا، صبحى حسانين ١٩٩٧).

وقد قام ماجلشو (١٩٨٢) بتصميم نوموجرام خاص للسباحين من عمر ١٥-٢٥ سنة لإيجاد نسبة الدهن عند السباحين بمعلومية محيطه الوسط ووزن الجسم، كما فى الشكل السابق.

طريقة قياس سمك ثنايا الجلد:

على الرغم من أن طريقة وزن الجسم تحت الماء وقياس الكثافة هى من أدق الطرق لتحديد نسبة الشحوم فى الجسم، إلا أن ذلك يتطلب أدوات وأجهزة خاصة يجب توافرها، لذا جاءت الحاجة إلى طرق أخرى لا تحتاج إلا لأدوات بسيطة ويمكن تطبيقها على إعداد كبيرة من المفحوصين، منها طريقة قياس سمك ثنايا الجلد. ويوجد العديد من المناطق فى الجسم لدى الرجال، ومن هذه المناطق الأكثر شيوعاً :

- منطقة خلف العضد Thiceps
- منطقة الصدر Chest
- منطقة أسفل عظم اللوح Subsc apulor
- منطقة البطن Abdominal
- منطقة أعلى البروز الحرقفى Supraspinal
- منطقة الفخذ Thigh
- منطقة الجهة الانسية لسمانة الساق Calf

تأثير التدريب الرياضى على بناء الجسم وتكوينه:

إن ممارسة أى نشاط رياضى بانتظام ولفترات طويلة يكسب ممارسيه مواصفات مورفولوجية وفسيولوجية خاصة، وذلك نتيجة تغير فى شكل العظام والأجهزة الداخلية ويسبب ذلك الاحمال التدريبية المستمرة، ولذلك يمكن التميز بين الرياضيين وغير الرياضيين من خلال التكوين العضلى ونموه، أى من خلال الشكل الظاهرى .

ومن هنا تظهر مدى فاعلية التدريب البدنى فى إحداث تغيرات ذات قيمة فى بناء الجسم ونمطه وحجمه وتكوينه، حيث ظهرت نتائج بعض البحوث ذلك . كما أن فقد أو اكتساب الدهون يرتبط بنظام التغذية والتمرينات الرياضية، ومن هذا يتضح أن التدريب الرياضى له تأثير محدود على نمط الجسم، ويشير العلماء أن إمكانية التغيير نتيجة التدريب الرياضى واردة داخل حدود نمط الفرد الرياضى، وذلك عن طريق زيادة الكتلة العضلية وتقليل الدهون فى الجسم فيتجه النمط إلى مزيد من العضلية والنحافة مع تقليل مكون السمنة، أما عن تكوين الجسم فقد تثبت امكانية حدوث تغيرات كبيرة فى تكوين الجسم نتيجة التدريب الرياضى. (أبو العلا، صبحى حسانين ١٩٩٧)

